



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)  
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0032259

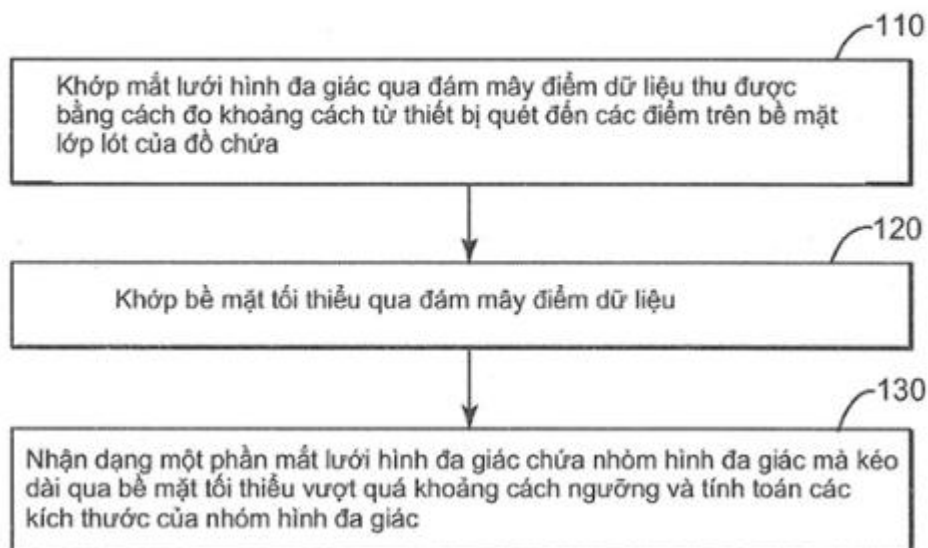
(51)<sup>7</sup> G01N 21/88; G01N 21/954; G01N 21/90 (13) B

- (21) 1-2017-00041 (22) 29/05/2015  
(86) PCT/US2015/033200 29/05/2015 (87) WO2016/010635 21/01/2016  
(30) 62/026,052 18/07/2014 US  
(45) 25/06/2022 411 (43) 25/04/2017 349A  
(73) PROCESS METRIX, LLC (US)  
6622 Owens Drive, Pleasanton, California 94588, United States America  
(72) HARVILL, Thomas (US).  
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ PHÁT HIỆN VÀ ĐO VẾT NÚT TRONG BỀ LUYỆN KIM

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị, phương pháp và hệ thống phát hiện và đo các vết nứt trong lớp lót của đồ chứa. Thiết bị thông thường bao gồm dụng cụ quét để thu được đám mây điểm dữ liệu bằng cách đo khoảng cách từ dụng cụ quét đến các điểm trên bề mặt lớp lót của đồ chứa và bộ điều khiển để khớp mặt lưới hình đa giác và bề mặt tối thiểu qua đám mây điểm dữ liệu, vết nứt được phát hiện bởi một phần mặt lưới hình đa giác chứa nhóm hình đa giác kết nối kéo dài qua bề mặt tối thiểu vượt quá khoảng cách giới hạn.

100



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến thiết bị, phương pháp và hệ thống và cụ thể hơn là đến dụng cụ, quy trình, thiết bị và kỹ thuật để phát hiện và đo các vết nứt trong bể luyện kim.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Bể luyện kim hoặc đồ chứa có các kích thước và hình dạng khác nhau được thiết kế để giữ các kim loại nóng chảy được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng công nghiệp.

Ví dụ về các ứng dụng này bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các quy trình khí hoá trong sản xuất hoá chất và năng lượng, lò hồng quang điện (Electric-Arc Furnaces-EAF), lò thổi oxy (Basic Oxygen Furnaces-BOF), gầu rót, lò luyện sắt, bộ tiết lưu và lò khử cacbon bằng khí argon-oxy (Argon-Oxygen-Decarburization-AOD) trong quy trình sản xuất thép. Như đã biết trong lĩnh vực này, các đồ chứa thường được lót bằng vật liệu chịu lửa được lắp đặt ở dạng ốp gạch hoặc đúc trong các khối đúc liền để bảo vệ phần kim loại của bể không bị ảnh hưởng bởi các vật liệu nhiệt độ cao đặt vào trong đó; tuy nhiên, do sự hao mòn và xé rách của vật liệu chịu lửa bởi các tác dụng kết hợp của sự oxy hoá, sự ăn mòn và sự mài mòn cơ học, phần nhất định của bề mặt chịu lửa tiếp xúc với kim loại nóng chảy bị tiêu hao trong quá trình xử lý, do đó cần phải thẩm định thường xuyên để đảm bảo việc sử dụng kéo dài bằng cách thực hiện việc sửa chữa cục bộ sớm nhằm tránh các sự cố gây tai họa có thể xảy ra và sự làm mới lại không cần thiết hoặc vội vã của toàn bộ lớp lót chịu lửa của bể.

Fig.1 thể hiện đồ chứa luyện kim thông thường 2 có tấm che 4, lớp bên trong làm bằng vật liệu chịu lửa 6, và phần hở 8. Đường nét đứt 7 trên Fig.1 minh họa lớp ban đầu làm bằng vật liệu chịu lửa trước khi đồ chứa được đưa vào sử dụng. Sự khác nhau giữa các đường 7 và 6 là ở chỗ các hệ thống hiện có được tạo kết cấu nhằm phát hiện thứ tự để người vận hành quyết định thời gian đưa đồ chứa ra khỏi quá trình phục vụ để sửa chữa. Vết mòn riêng mà tạo ra hiểm họa tiềm ẩn là các vết nứt trong vật liệu chịu lửa 6. Các vết nứt cho phép kim loại nóng chảy chảy gần hơn với vỏ thép bên ngoài của bể 4, do đó khiến cho khả năng nóng chảy gia tăng vỏ 4. Việc làm nóng chảy vỏ 4 thường được dùng

để chỉ “sự nở ra” và đáng quan tâm bởi cách mà là cách thức sai sót ngẫu nhiên mà có thể gây ra tổn hại và/hoặc hư hại đáng kể.

Sự mô tả đặc điểm ban đầu về độ dày chịu lửa trong các đồ chứa luyện kim này được thực hiện bằng mắt thường bởi người vận hành có kinh nghiệm. Dựa vào môi trường không thân thiện và thời gian không làm việc dài cần phải huỷ bỏ nhanh chóng cách tiếp cận đó với sự mong đợi về các hệ thống tự động. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này đã biết rằng các quy trình tự động thông thường đã biết để đo độ dày cục bộ, nghĩa là khoảng cách cục bộ giữa lớp bên trong của vật liệu chịu lửa 6 và vỏ của đồ chứa 4. Phương pháp thông thường được sử dụng rộng rãi để đo độ dày lớp lót còn lại của bể luyện kim là phương pháp quét tia la-ze.

Fig.2 thể hiện hệ thống đo độ dày của lớp lót chịu lửa bằng cách quét tia la-ze thông thường 10 bao gồm tải di động 12, hệ thống quét tia la-ze 16 được gắn lên đó và phần cứng và phần mềm kết hợp được định vị trong tải di động 12. Một trong số các mục tiêu của hệ thống quét tia la-ze 10 khi được sử dụng trong các bể luyện kim là để đo chính xác độ dày của lớp lót nhằm cho phép bể vẫn trong quá trình phục vụ càng lâu càng tốt và cho biết các vùng cần phải được bảo trì. Hệ thống quét tia la-ze 14 thông thường bao gồm bộ phát tia la-ze, máy quét, kính dùng cho mắt, bộ tách sóng quang, và bộ thu điện tử (không được thể hiện trên hình vẽ).

Bộ phát tia la-ze được tạo kết cấu để đốt cháy xung nhanh chóng của ánh sáng la-ze trên bề mặt đích, một số ở tối đa đến 500.000 xung/giây. Cảm biến trên thiết bị đo khoảng thời gian dùng cho mỗi xung để trở về từ bề mặt đích đến máy quét qua trường nhìn nhất định 16 trên Fig.2. Ánh sáng di chuyển ở tốc độ không đổi và đã biết do đó hệ thống quét tia la-ze 14 có thể tính toán khoảng cách giữa chính nó và đích với độ chính xác cao. Bằng cách lặp lại việc này liên tiếp nhanh, thiết bị xây dựng nên “bản đồ” phức hệ của bề mặt mà nó đang đo. Bằng cách tính toán và/hoặc so sánh các thay đổi giữa các bản đồ phạm vi được đo của bề mặt bên trong của vật liệu chịu lửa 6 với phép đo tham chiếu của cùng bề mặt, các thay đổi được phát hiện và được ước tính đối với các thay đổi có thể xảy ra mà có thể dẫn đến sự hư hỏng của vỏ 4. Các phép đo đơn lẻ có thể được thực hiện trong thời gian từ 20 đến 30 giây. Toàn bộ bản đồ của phía bên trong lò cấu thành bởi, ví dụ, 4 đến 6 phép đo và nhiều hơn 2.000.000 điểm dữ liệu có thể được hoàn

thành trong khoảng thời gian ngắn (ví dụ, ít hơn 10 phút). Việc quét tia la-ze tạo ra nhóm điểm dữ liệu lớn đôi khi được dùng để chỉ đám mây điểm dữ liệu.

Tuy nhiên, mặc dù quy trình nêu trên mô tả đặc điểm mài mòn đối với vật liệu chịu lửa 6 của đồ chứa luyện kim 2, cho đến nay không có thiết bị, quy trình và/hoặc phương pháp nào hiện có mà có khả năng phát hiện và đo vết nứt trên bề mặt chịu lửa 6. Do đó, ít nhất dựa trên các thử thách nêu trên với dụng cụ quét tia la-ze thông thường để mô tả đặc điểm tính nguyên vẹn của bề và đo khả năng bề mặt của nó, sẽ có lợi để có thiết bị, phương pháp và hệ thống có khả năng phát hiện, đo và/hoặc mô tả đặc điểm các vết nứt trong vật liệu chịu lửa 6. Việc mô tả đặc điểm như vậy có thể bao gồm khả năng định lượng độ sâu của vết nứt tối đa, vị trí, hướng, chiều dài, chiều rộng trung bình và chiều rộng tối đa. Sau đó, các thông tin này có thể được thể hiện cho người dùng thành thạo mà có khả năng xác định mức độ trầm trọng của vết nứt và đánh giá nếu bề luyện kim cần phải bảo dưỡng hoặc tạo lại lớp phủ thậm chí trước khi việc quét chịu lửa dẫn đến sự mài mòn chịu lửa thấp hơn các mức an toàn tối thiểu.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Một hoặc nhiều nhu cầu nêu trên hoặc các nhu cầu khác đã biết trong lĩnh vực này được giải quyết bởi các thiết bị, các phương pháp và các quy trình phát hiện và đo các vết nứt trong lớp lót của đồ chứa. Các thiết bị như vậy bao gồm dụng cụ quét để tạo ra đám mây điểm dữ liệu bằng cách đo khoảng cách từ dụng cụ quét đến các điểm trên bề mặt của vật liệu lót của đồ chứa; và bộ điều khiển được nối với dụng cụ quét, bộ điều khiển được tạo kết cấu để khớp mắt lưới hình đa giác qua đám mây điểm dữ liệu và để khớp bề mặt tối thiểu qua đám mây điểm dữ liệu, vết nứt được phát hiện bởi một phần mắt lưới hình đa giác chứa nhóm đa giác kéo dài quá bề mặt tối thiểu vượt quá khoảng cách giới hạn và vết nứt được đo bằng cách tính toán các kích thước của nhóm đa giác.

Các phương pháp phát hiện và đo các vết nứt trong lớp lót của đồ chứa cũng nằm trong phạm vi của đối tượng bảo hộ của sáng chế. Các phương pháp này bao gồm các bước khớp, bằng cách sử dụng bộ điều khiển, mắt lưới hình đa giác qua đám mây điểm dữ liệu, mắt lưới hình đa giác có độ phân giải được xác định bởi người dùng và đám mây điểm dữ liệu được gom bởi dụng cụ quét nối với bộ điều khiển bằng cách đo khoảng cách từ dụng cụ quét này đến các điểm trên bề mặt của vật liệu lót của đồ chứa; và khớp bề mặt tối thiểu qua đám mây điểm dữ liệu bằng cách sử dụng bộ điều khiển, trong đó vết

nứt được phát hiện bởi một phần lưới hình đa giác chứa nhóm đa giác kéo dài qua bề mặt tối thiểu vượt quá khoảng cách giới hạn và vết nứt được đo bằng cách tính toán các kích thước của nhóm đa giác.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các hình vẽ kèm theo (không được vẽ theo tỷ lệ), mà được hợp nhất vào và cấu thành một phần của bản mô tả, minh hoạ một hoặc nhiều phương án và, cùng với phần mô tả, giải thích các phương án này. Trong số các hình vẽ:

Fig.1 minh hoạ đồ chứa luyện kim thông thường có lớp bảo vệ vật liệu chịu lửa;

Fig.2 minh hoạ hệ thống quét tia la-ze thông thường để mô tả đặc điểm vật liệu chịu lửa bên trong đồ chứa được thể hiện trên Fig.1;

Fig.3 minh hoạ phương án làm ví dụ của hệ thống quét tia la-ze theo một khía cạnh của sáng chế;

Fig.4 minh hoạ phép biểu thị lưới của đồ chứa được thể hiện trên Fig.1 xếp chồng với đám mây điểm dữ liệu thu được với hệ thống được thể hiện trên Fig.3 theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 minh hoạ ảnh chụp gần của một phần được thể hiện trên Fig.4;

Fig.6 minh hoạ hình chiếu mặt cắt hai chiều của phép biểu thị lưới khớp với các điểm dữ liệu được thể hiện trên Fig.4 được xếp chồng với bề mặt tối thiểu khớp với các điểm dữ liệu theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 minh hoạ vết nứt có thể xảy ra được nhận dạng bởi nhóm khía cạnh ứng viên được thể hiện trên Fig.6 theo một phương án của sáng chế;

Fig.8 minh hoạ vết nứt có thể xảy ra khác được nhận dạng bởi tập hợp khía cạnh ứng viên được thể hiện trên Fig.6;

Fig.9 minh hoạ phép biểu thị ba chiều của các vết nứt phát hiện được theo một phương án của sáng chế;

Fig.10 minh hoạ bảng thể hiện các tham số và các kích thước khác nhau của các vết nứt được thể hiện trên Fig.4 theo các phương án của sáng chế;

Fig.11 minh hoạ lưu đồ của phương pháp theo một phương án của sáng chế; và

Fig.12 minh hoạ hệ thống máy tính được tạo cấu hình để nhận dạng và mô tả đặc điểm các vết nứt trong đồ chứa được thể hiện trên Fig.1 theo một phương án của sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Phần mô tả sau về sáng chế theo các phương án làm ví dụ có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Cùng các số tham chiếu trên các hình vẽ khác nhau nhận dạng cùng yếu tố hoặc các yếu tố tương tự. Phần mô tả chi tiết sau không làm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Để thay thế, phạm vi bảo hộ của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Các phương án sau được bàn luận, để đơn giản, xét đến thuật ngữ và kết cấu của thiết bị, hệ thống hoặc phương pháp để phát hiện và đo các vết nứt trong các lớp lót chịu lửa được dùng để bảo vệ các bể hoặc đồ chứa được dùng trong ngành công nghiệp luyện kim. Tuy nhiên, các phương án cần được bàn luận tiếp theo không chỉ giới hạn ở các phương án làm ví dụ này, nhưng có thể được áp dụng cho các thiết bị, hệ thống hoặc phương pháp khác, bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở, việc mô tả đặc điểm, phát hiện, định hình và/hoặc đo các vết nứt trên lớp lót của các đồ chứa khác tạo kết cấu để giữ hoặc vận chuyển các chất có nhiệt độ cao hơn điểm nóng chảy của các vật liệu mà đồ chứa được tạo ra từ đó.

Trong toàn bộ bản mô tả, việc tham chiếu đến “một phương án” hoặc “phương án” có nghĩa rằng dấu hiệu cụ thể, kết cấu hoặc đặc điểm được mô tả liên quan đến phương án có trong ít nhất một phương án của sáng chế. Do đó, việc viện dẫn đến các cụm từ “theo một phương án” hoặc “theo phương án” ở các vị trí khác nhau trong toàn bộ bản mô tả không nhất thiết phải đề cập đến cùng phương án. Hơn nữa, các dấu hiệu cụ thể, kết cấu hoặc đặc điểm có thể được kết hợp theo cách thích hợp bất kỳ theo một hoặc nhiều phương án.

Phần mô tả này mô tả các thiết bị, hệ thống và quy trình mà phân tích đám mây điểm dữ liệu thu được bằng cách quét lớp lót chịu lửa của bể luyện kim để nhận dạng các vết nứt trong đó. Các thuật toán được sử dụng sau đó nhận dạng và định lượng mỗi vết nứt khi xét đến độ sâu vết nứt tối đa, vị trí, hướng, chiều dài, chiều rộng trung bình và chiều rộng tối đa. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể sử dụng các thông tin này để xác định mức trầm trọng của vết nứt và đánh giá nếu bể luyện kim cần phải bảo trì hoặc tạo lại lớp lót.

Fig.3 minh hoạ phương án làm ví dụ của hệ thống quét tia la-ze 20 có khả năng tạo ra đám mây điểm dữ liệu theo một khía cạnh của sáng chế. Nói chung, hệ thống quét tia la-ze 20 này bao gồm hai thành phần chính: máy quét 22 và bộ điều khiển chung 24. Hệ thống quét tia la-ze 20 và bộ điều khiển chung 24 có thể được bố trí cùng với nhau trong cùng dụng cụ hoặc tách với nhau. Ví dụ, phương án về tải di động có thể bao gồm cả trong cùng thiết bị. Theo phương án khác, hệ thống quét tia la-ze 20 có thể là hệ thống mà tự bản thân nó được tạo kết cấu để được định vị phía trước đồ chứa cần được mô tả đặc điểm và bộ điều khiển chung 24 được định vị ở vị trí khác (ví dụ, trong phòng điều khiển vận hành của nhà máy). Như được sử dụng trong bản mô tả này, bộ điều khiển chung 24 cũng có thể được dùng để chỉ dụng cụ nén dữ liệu 24 và/hoặc dụng cụ tính toán hoặc máy tính 24.

Trong quá trình vận hành, qua trường nhìn 16, máy quét 22 quét vật liệu chịu lửa 6 trong đồ chứa 2, tạo ra đám mây điểm dữ liệu cần được truyền vào bộ điều khiển chung 24. Theo một phương án, dữ liệu quét từ hệ thống quét 20 được xử lý như được bàn luận bây giờ. Cần lưu ý rằng trong lĩnh vực mô tả đặc điểm sự mài mòn của các đồ chứa luyện kim, có các quy trình hiện đang có để thu dữ liệu được quét và áp dụng các bước xử lý đã biết khác nhau để tạo ra hình ảnh của bề mặt lớp lót để nhận dạng các vùng cần phải sửa chữa. Dựa vào hình ảnh này, mà có thể được biểu thị theo dấu in, trên màn hình, theo bảng, v.v., chuyên gia về đồ chứa luyện kim xác định xem liệu việc sửa chữa đối với lớp lót của đồ chứa có cần thiết hay không và đưa ra lời khuyên cho công ty luyện kim tương ứng. Các phương án được bàn luận tiếp theo cải tiến quy trình công nghệ này xác định sự thích hợp của đồ chứa luyện kim bằng cách, ví dụ, xác định và mô tả đặc điểm các vết nứt trong vật liệu lót để cải tiến độ an toàn và kéo dài tuổi thọ của đồ chứa.

Trong các hệ thống thông thường, đám mây điểm dữ liệu này phải được sử dụng để mô tả đặc điểm sự mài mòn trong vật liệu chịu lửa 6. Như người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá cao, ngoại trừ đối với các đối tượng cần được lưu ý và được nhận dạng trong toàn bộ bản mô tả này, không có dấu hiệu nào trong hệ thống quét tia la-ze 20 và bộ điều khiển chung 24 để được xem là các giới hạn đối với đối tượng của sáng chế. Theo một phương án, hệ thống quét tia la-ze 20 bao gồm bộ phát tia la-ze, máy quét, kính dùng cho mắt, bộ tách sóng quang, và bộ thu điện tử. Các loại khác nhau của bộ phát tia la-ze, máy quét, kính dùng cho mắt, bộ tách sóng quang và bộ thu điện tử

hiện có mà có khả năng gom đám mây điểm dữ liệu mô tả đặc điểm bề mặt của vật liệu chịu lửa 6. Theo một phương án, hệ thống quét tia la-ze 20 là việc thực hiện riêng về sự phân loại chung hơn của hệ thống đo đã biết là hệ thống phát hiện ánh sáng và phân hạng hoặc tạo ảnh la-ze, phát hiện và phân hạng (Light Detection and Ranging OR Laser Imaging, Detection and Ranging system-LiDAR). Theo phương án này, loại bất kỳ của hệ thống LiDAR có khả năng tạo ra đám mây điểm dữ liệu thích hợp để phân tích phát hiện vết nứt nếu độ chính xác của thiết bị bằng ít hơn một nửa độ chính xác của kích thước dấu hiệu cần được phát hiện. Một khi đạt được, đám mây điểm dữ liệu được truyền vào bộ điều khiển chung 24 để phân tích hợp nữa, như sẽ được giải thích hơn nữa dưới đây. Theo một phương án, hệ thống quét tia la-ze 20 bao gồm máy quét tia la-ze Anteris, có đường kính chùm tia nhỏ (khoảng 4mm), quét độ chính xác cao (khoảng sai số  $\pm 3\text{mm}$ ), tốc độ quét lớn (đến tối đa 500.000Hz), thiết kế độ bền thích hợp cho môi trường nghiên cứu và các tải nhiệt đặt lên trong quá trình quét bề mặt nhiệt độ cao, bước sóng la-ze an toàn cho mắt (mà loại trừ và/hoặc hầu như làm giảm các mối quan tâm về độ an toàn của nơi làm việc), góc quét thẳng đứng  $\pm 40^\circ$  và góc quét nằm ngang từ 0 đến  $360^\circ$ . Máy quét tia la-ze này cho phép các lần quét có độ phân giải tiêu chuẩn của phía bên trong bề mặt trong khoảng từ 6 đến 10 giây, dẫn đến thời gian không làm việc của bề ít hơn và tính có ích sản xuất cao hơn. Theo chế độ phân giải cao, máy quét Anteris có thể tạo ra các hình ảnh chi tiết của bề mặt mà có thể được sử dụng để phát hiện các vết nứt, xác định vùng quanh lỗ bít hoặc điều kiện nứt sạch.

Các đặc điểm có thể mong muốn của hệ thống quét tia la-ze 20 bao gồm độ chính xác về thời gian để tạo ra các mức độ mong muốn của độ chính xác khoảng, độ chính xác của phép đo góc và kích thước chùm mà sẽ tạo ra độ chính xác tổng thể mong muốn như nêu trên. Kích thước dấu hiệu phát hiện được tối thiểu phụ thuộc vào khả năng của máy quét phân giải trong không gian điểm được quét riêng rẽ. Máy quét không chắc chắn có thể được cho là hình cầu quanh điểm với  $\sigma$ Scanner bán kính. Bằng cách sử dụng  $\sigma$ Scanner làm độ lệch chuẩn thứ nhất của phép đo không chắc chắn có nghĩa là có 86% khả năng mà điểm đo nằm trong hình cầu không chắc chắn. Bằng cách sử dụng dữ liệu theo hệ mét và suy nghiệm, kích thước dấu hiệu tối thiểu có thể đạt được, nghĩa là có thể nhìn thấy được, gấp hai lần độ bất định của máy quét. Việc xác nhận này là đối tượng cho sự phân giải phép đo là nhỏ hơn hoặc bằng độ bất định của máy quét. Độ phân giải của phép đo là sự tách về không gian của các điểm trên bề mặt đo. Độ bất định của phép đo hoặc máy



quét được chiếm ưu thế bởi ít nhất ba thuật ngữ, nghĩa là độ bất định của khoảng ( $< R$ ), độ bất định của phép đo góc ( $\sigma_{Angle}$ ), và độ bất định của đường kính chùm tia ( $\sigma_B$ ). Giả định rằng có các thay đổi ngẫu nhiên, thay đổi có thể ước tính độ bất định của máy quét như tổng bình phương của khoảng và độ bất định góc. Độ bất định khoảng phụ thuộc vào khả năng của máy quét đo khoảng, do đó độ bất định định thời (hoặc  $5t$ ).

Độ bất định góc phụ thuộc vào mỗi điểm trên khoảng với đích ( $R$ ), là:

$$\sigma_{Angle} = \sqrt{(R * \delta\phi)^2 + (R * \delta\theta)^2} \quad (1)$$

và độ bất định máy quét,  $\sigma_{Scanner}$ , sau đó tính toán được theo:

$$\sigma_{Scanner} = \sqrt{(\sigma_{Angle})^2 + (\sigma_R)^2 + (\sigma_B)^2} \quad (2)$$

trong đó, độ bất định chùm,  $OB$ , bằng một nửa đường kính chùm. Với lượng nêu trên, kích thước vết nứt phát hiện được tối thiểu hoặc bằng hai lần độ bất định của máy quét. Trong hệ thống thực tiễn bằng cách sử dụng bộ phát tia la-ze, độ bất định của máy quét thường sẽ bị giới hạn bởi kích thước chùm tia.

Nói chung, một khi đám mây điểm dữ liệu được tạo ra, các vết nứt được phát hiện và được đo bằng cách khớp ban đầu đám mây với bề mặt lưới đa giác có độ phân giải cao,  $SHR$ , trong đó bề mặt này có, theo một số phương án, độ phân giải được xác định hoặc được chọn bởi người dùng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ độ phân giải cao có nghĩa là điểm đo trung bình đặt cách đều trên bề mặt quan tâm nhỏ hơn hoặc bằng khoảng 5mm dẫn đến kích thước dấu hiệu phát hiện được tối thiểu bằng khoảng 10mm.

Tiếp theo, bề mặt tối thiểu,  $S_{min}$ , tính toán được đối với đám mây điểm dữ liệu. Phép so sánh của  $S_{HR}$  và  $S_{min}$  sẽ cho phép nhận dạng các điểm dữ liệu mà được định vị ở khoảng cách lớn hơn so với khoảng cách xác định từ  $S_{min}$ , do đó nhận dạng tất cả các điểm từ  $S_{HR}$  mà có thể thuộc về vết nứt. Như sẽ được giải thích hợp nữa dưới đây, theo một phương án, việc so sánh này của  $S_{HR}$  và  $S_{min}$  được hoàn thành bằng việc nhận dạng tất cả các mặt từ  $S_{HR}$  mà có đỉnh mà nằm ngoài  $S_{min}$ , nghĩa là các mặt mà lớn hơn so với khoảng cách lập trình được từ  $S_{HR}$ , do đó tạo ra tập hợp mặt tiềm ẩn mà thuộc về các vết nứt trong vật liệu chịu lửa 6. Cuối cùng, bằng việc xử lý hơn nữa các đỉnh mà nằm ngoài  $S_{HR}$ , các mặt nổi được nhóm thành các vết nứt đơn và phân mô tả đặc điểm của vết nứt

khi xét đến hướng của vết nứt, chiều dài vết nứt, vị trí độ sâu của vết nứt đối đa, chiều rộng vết nứt trung bình và chiều rộng vết nứt tối đa được thực hiện. Bây giờ, mỗi phần trong số các phần này của sáng chế sẽ được bàn luận chi tiết hơn có dựa vào các phương án khác nhau.

Fig.4 và Fig.5 minh họa phép biểu thị mắt lưới có độ phân giải cao của đồ chứa luyện kim được tạo ra từ và xếp chồng với đám mây điểm dữ liệu đạt được từ đồ chứa với hệ thống quét được thể hiện trên Fig.3 theo một phương án của sáng chế. Fig.4 là phần minh họa của toàn bộ đồ chứa và Fig.5 minh họa phần chụp cận cảnh được thể hiện trên Fig.4. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.4 và Fig.5, mắt lưới hình tam giác đã được sử dụng. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá cao rằng các hình dạng khác nhau có thể được sử dụng để tạo ra mắt lưới như vậy. Ngoài ra, độ phân giải của mắt lưới như vậy cần được xác định hoặc được chọn bởi người dùng, như nêu trên; với sự hiểu biết rằng các mắt lưới mịn hơn sẽ cần phải có thời gian tính toán nhiều hơn để tạo ra và phân tích so với các mắt lưới thô. Ngoài ra, độ phân giải có thể được chọn theo độ phân giải của đám mây điểm dữ liệu – mật độ điểm dữ liệu lớn hơn dẫn đến khả năng chọn độ phân giải của mắt lưới mịn hơn. Do đó, kích thước mắt lưới nên được xem là khả năng thay đổi tùy ý và không được xem là làm giới hạn đối tượng được bộc lộ trong bản mô tả này.

Ngoài ra, theo một số phương án, các lần quét có độ phân giải cao thứ nhất thu được và quy trình giữ vết nứt và mô tả đặc điểm được mô tả trong bản mô tả này sau đó được thực hiện. Theo các phương án khác, các lần quét có độ phân giải thấp thứ nhất được sử dụng để nhận dạng các vùng trong đó các vết nứt có thể được định vị. Tiếp theo, các lần quét có độ phân giải cao sau đó chỉ được thực hiện của các vùng trong đó các vết nứt có thể được định vị.

Nói chung, kích thước mắt lưới lớn hơn so với độ chính xác của nguồn ánh sáng được sử dụng để quét đồ chứa. Ví dụ, đối với bộ phát tia la-ze có độ chính xác bằng  $\pm 5\text{mm}$ , kích thước mắt lưới có độ phân giải cần được sử dụng có thể được chọn để bằng 25mm. Như đã nêu, các mắt lưới mịn hơn có thể làm trễ quy trình nén dữ liệu. Ví dụ, dữ liệu được gom được thể hiện trên Fig.4 có khoảng 1M+ điểm dữ liệu trên mỗi lần đo. Khi chuyển đổi thành kết cấu dữ liệu, bằng cách sử dụng mắt lưới hình tam giác trong ví dụ này, tất cả các mặt (nghĩa là mỗi hình tam giác nhỏ được tạo ra bằng cách khớp dữ liệu)

phải được tạo ra. Do đó, tốc độ xử lý gia tăng với việc sử dụng ít hình tam giác hơn. Ví dụ, trong mắt lưới hình tam giác với 1M điểm dữ liệu, đối với loại bất kỳ của phép tính toán học (ví dụ, tạo ra mặt cắt ngang của mắt lưới, tính toán các thể tích mong muốn khác nhau hoặc đo các khoảng cách mong muốn khác nhau với các điểm khác nhau), tỷ lệ thời gian tính toán gia tăng theo hình học với kích thước của kết cấu. Do đó, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này đã biết rằng kích thước của mắt lưới là sự ràng buộc tính toán quan trọng cần phải được xét đến. Người dùng mong đợi gần với thời gian thực dẫn đến thứ tự để có khả năng thao tác và tìm kiếm dữ liệu được tính toán, do đó sự cân bằng giữa kích thước mắt lưới và thời gian tính toán luôn có mặt.

Việc xem xét khác khi tạo ra mắt lưới là tiếng ồn. Đám mây điểm dữ liệu được tạo ra bởi hệ thống quét là tiếng ồn tự nhiên và cũng có thể bao gồm dữ liệu đạt được mà là khoảng lệch thống kê, do đó cần phải được loại bỏ do chúng không thuộc bề mặt cần được mô tả đặc điểm. Các quy trình khác nhau có thể được sử dụng để làm giảm tiếng ồn trong dữ liệu được quét. Ví dụ, khớp bình phương nhỏ nhất có thể được sử dụng để làm giảm hoặc lọc tiếng ồn. Ngoài ra, phương pháp phát hiện và đo vết nứt nhảy với độ phân giải được chọn bởi người dùng. Ví dụ, vết nứt trên bậc 25mm có thể được phát hiện đáng tin cậy bằng cách sử dụng bộ phát tia la-ze với độ chính xác  $\pm 5\text{mm}$ . Nếu kích thước mạng được chọn bằng với kích thước vết nứt mong muốn để đo, sẽ được mong đợi rằng vết nứt có thể phát hiện được nhưng không được định lượng.

Bề mặt xám được minh họa trên Fig.4 là bề mặt thu được từ phép khớp tốt nhất của tất cả các dữ liệu bằng cách sử dụng khớp bình phương nhỏ nhất, nghĩa là,  $S_{HR}$ , do đó hầu như thu được trên khoảng bình phương nhỏ nhất của đám mây điểm dữ liệu thô. Được giới hạn bởi độ phân giải được dùng để gom đám mây điểm dữ liệu thô, để khớp chính xác tốt hơn hoặc nhiều hơn dữ liệu với các dấu hiệu vết nứt cần được nhận dạng và mô tả đặc điểm, mắt lưới khớp được cải tiến thành các yếu tố đa giác nhỏ hơn (ví dụ, các yếu tố hình tam giác). Các chấm màu đen được thể hiện trên Fig.5 là các điểm dữ liệu thực được xếp chồng trên bề mặt khớp được thể hiện. Do đó, theo một số phương án, bề mặt được tạo ra là phần phụ tương đối nhỏ. Trong toàn bộ bản mô tả này, bề mặt được minh họa trên Fig.4 và Fig.5 sẽ được dùng để chỉ bề mặt mắt lưới có độ phân giải cao hoặc  $S_{HR}$ .

Một khi bề mặt mắt lưới có độ phân giải cao,  $S_{HR}$ , được tạo ra với độ phân giải được xác định bởi người dùng, bề mặt tối thiểu,  $S_{min}$ , tính toán được đối với đám mây điểm dữ liệu. Việc so sánh hệ thống của  $S_{HR}$  và  $S_{min}$  sau đó sẽ cho phép nhận dạng các điểm dữ liệu mà được định vị ở khoảng cách lớn hơn so với khoảng cách xác định từ bề mặt tối thiểu, do đó nhận dạng tất cả các điểm từ  $S_{HR}$  mà có thể kết hợp với các vết nứt. Fig.6 đến Fig.8 minh họa vài đoạn dữ liệu có kích thước hai chiều hoàn toàn hoặc một phần được thể hiện trên Fig.4, thể hiện các điểm dữ liệu và cả độ phân giải cao và bề mặt tối thiểu.

Các thông tin được minh họa chung được thể hiện trên Fig.6 là như sau. Vỏ thép bọc đồ chứa được thể hiện ở 30. Lớp lót lâu dài 32 được bố trí tiếp theo với vỏ 30, tạo ra sự bảo vệ lâu dài cho nó. Tiếp theo với lớp lót lâu dài 32 là lớp vật liệu chịu lửa 6, đôi khi được dùng để chỉ lớp lót làm việc 34. Các vết nứt trong lớp lót làm việc 34 là các khiếm khuyết mà thường được quan tâm. Các lỗ 36 là các lỗ bít được dùng để rót vật liệu ra ngoài từ đồ chứa và/hoặc các lỗ khác được dùng để khuấy hoặc làm sạch đồ chứa trong quá trình xử lý vật liệu. Trong một số phương pháp quét, các dấu hiệu này có thể được dùng làm tham chiếu để định vị chính xác đồ chứa trước khi đo lớp lót làm việc 34.

Theo một phương án,  $S_{HR}$  là khớp tốt nhất có bình phương nhỏ nhất và  $S_{min}$  là độ lệch chuẩn âm tính thứ nhất,  $\mu$ , của  $S_{HR}$ , bề mặt như vậy sau đây được dùng để chỉ  $S_{\mu,min}$ . Bề mặt có độ phân giải cao (high-resolution surface- $S_{HR}$ ), bề mặt tối thiểu (minium surface- $S_{min}$ ), và các điểm dữ liệu được thể hiện ở 38 tiếp theo với bề mặt ngoài của lớp lót làm việc 34. Theo phương án khác,  $S_{min}$  là bề mặt tối thiểu được tạo kết cấu bằng cách trừ ra khỏi  $S_{HR}$  độ lệch chuẩn âm tính cục bộ của  $S_{HR}$ .  $S_{HR}$  là  $S_{HR}$  bề mặt khớp tốt nhất có bình phương nhỏ nhất có thể được cho là bề mặt được tạo ra bằng cách đặt quả bóng thổi bên trong đồ chứa, nhưng không quá kín để khớp tất cả các vết nứt cần được định vị và được đo. Trên các hình vẽ phóng đại được thể hiện Fig.7 và Fig.8, ở 40,  $S_{HR}$ ,  $S_{\mu,min}$  và phân kỳ dữ liệu thực, khớp tốt nhất thể hiện vùng giảm với bề mặt tối thiểu được định vị ở phần trên của nó, do đó nhận dạng các vị trí của vết nứt có thể xảy ra.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu được rằng, có các cách khác nhau để loại bỏ tiếng ồn và/hoặc các khoảng lệch thống kê ra khỏi dữ liệu đạt được và tạo ra  $S_{HR}$ . Ví dụ, việc tạo ra bề mặt mắt lưới có độ phân giải cao như vậy,  $S_{HR}$ , có thể được hoàn thành bằng các công nghệ như hình lập phương di động, CRUST, và/hoặc

Poisson, chỉ nêu ra một số. Như đã nêu trên, dấu hiệu mong muốn của các thuật toán này để cho phép phát hiện vết nứt có thể tồn tại là ở chỗ thuật toán khớp không bị ảnh hưởng bởi tiếng ồn. Sự không ảnh hưởng bởi tiếng ồn là dấu hiệu mong muốn do đám mây điểm đầu vào thường là ồn đối với một vài lý do, bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở, độ bất định của máy quét và/hoặc các điểm dữ liệu đạt được không xác thực do khói, bụi và/hoặc mảnh vụn, mà cũng là các ví dụ về các điểm dữ liệu khoảng lệch thống kê. Kỹ thuật khớp có ưu điểm sẽ dùng cách tiếp cận kích thước mẫu lưới biến đổi đối với mức chi tiết của đám mây điểm dữ liệu. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này cần phải hiểu rằng độ phân giải của các kỹ thuật khớp như vậy sẽ ảnh hưởng đến kích thước tối thiểu của các vết nứt cần được phát hiện và được đo. Ví dụ, độ phân giải 25-mm sẽ dẫn đến độ chính xác của thuật toán tính toán vết nứt để được giới hạn ở nửa gần đúng trị số này, nghĩa là, 12mm. Ngoài ra, việc tạo ra bề mặt  $S_{HR}$  cũng có thể được hoàn thành bằng cách xử lý dữ liệu thu được thành các tập hợp nhỏ hơn để cải thiện tốc độ trong khi duy trì kích thước tập hợp dữ liệu có thể chấp nhận được.

Theo các phương án sử dụng  $S_{\mu, \min}$ , phép biểu thị thống kê như vậy của bề mặt khớp có thể tính toán được sao cho đối với mỗi mặt,  $F_i$ , trong  $S_{HR}$  bề mặt khớp và đối với mỗi điểm trong đám mây điểm dữ liệu đầu vào,  $P_j$ , theo khoảng cách thông thường,  $D_j$ , từ  $P_j$  đến  $F_i$  thứ nhất tính toán được sau khi xác định khoảng cách bình thường trung bình  $D_{L,AVG}$  và độ lệch chuẩn,  $\sigma$ , của tất cả khoảng cách bình thường tính toán được. Tiếp theo, đối với mặt,  $F_i$ , trong  $S_{HR}$  bề mặt khớp và đối với mỗi điểm trong đám mây điểm đầu vào,  $P_j$ ,  $S_{\mu, \min}$  có thể tính toán được như sau:

Nếu  $(D_j - D_{L,AVG}) < 0$ , cộng  $D_j$  vào  $D_{mTOTAL}$  và lượng gia số đếm,  $N_M$ ; (3)

$$D_{mAVG} = \frac{D_{mTOTAL}}{N_M}, \text{ và} \quad (4)$$

$$P_{mi} = \langle n_{Fi}, D_{mAVG} \rangle, \quad (5)$$

trong đó  $\langle \rangle$  là sản phẩm vô hướng giữa các biến số được thể hiện trong đó  $n_{Fi}$  là vector đơn vị thông thường với mặt  $F_i$ . Dựa vào các phương trình (3)-(5),  $S_{\mu, \min}$  sau đó được tạo kết cấu từ các điểm  $P_{mi}$ .

Các vết nứt có thể được nhận dạng và được đo bằng cách so sánh  $S_{HR}$  và  $S_{\mu, \min}$  một khi kích thước của vết nứt được chọn bởi người vận hành được xác định. Người có hiểu

biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá cao rằng cần phải có khoảng cách lập trình được để điều khiển lượng mặt mà sẽ khớp điều kiện được thiết kế để tìm các vết nứt để mô tả đặc điểm chúng. Các vết nứt sẽ chỉ trở nên có ý nghĩa khi nó có kích thước được đưa ra. Tất cả các mặt mà thoả mãn kích thước vết nứt được chọn bởi người vận hành được nhận dạng có thể thuộc về vết nứt. Tất cả các mặt như vậy được thiết lập về một bên và sau đó được xác định nếu chúng thuộc cùng nhóm, tức là, cùng vết nứt.

Các vết nứt được lọc ban đầu bằng cách trừ tất cả các mặt,  $F_1$ , ra khỏi  $S_{HR}$  mặt lưới có độ phân giải cao mà có đỉnh bất kỳ mà nằm ngoài  $S_{\mu, \min}$  theo khoảng cách mà lớn hơn khoảng cách lập trình được,  $\Omega_m$ . Có tất cả được kết hợp vào bề mặt của vết nứt ứng viên hoặc  $S_{CC}$ . Để nhận dạng tất cả các mặt mà thuộc vết nứt đơn, đối với tất cả các mặt trong  $S_{CC}$ , các vết nứt có các đỉnh chung được nối bề mặt của vết nứt,  $S_C$ , do đó tạo ra nhóm  $S_{RC, l}$  của bề mặt phụ  $l$  ( $S_{RC, l}$  là bề mặt phụ của  $S_C$ , mà là bề mặt phụ của  $S_{CC}$ ).

Về phương diện toán học,  $S_C$  chứa các nhóm mặt nối từ  $S_{HR}$  mà là các bề mặt của vết nứt, như đối với mỗi đỉnh,  $V_j$ , trong mỗi mặt,  $F_1$ , trong bề mặt khớp  $S_{HR}$ , thứ nhất khoảng cách Oclit được ký hiệu,  $D_{mj}$ , từ  $V_j$  đến  $S_{\mu, \min}$  tính toán được. Tiếp theo, nếu  $D_{mj} > \Omega_m$  thì  $F_1$  được bổ sung vào bề mặt của các vết nứt ứng viên,  $S_{CC}$ , trong đó  $\Omega_m$  là tham số lập trình được chọn bởi người dùng. Sau đó, một tham số nhóm để quy các mặt trong  $S_{CC}$  với các mặt này có các đỉnh chung, do đó tạo ra các nhóm trong  $S_{RC, l}$  bề mặt của vết nứt thô. Các nhóm trong  $S_{RC, l}$  được nhóm để quy để tạo ra  $S_C$  bằng cách kết hợp các bề mặt trong  $S_{RC, l}$  nếu khoảng cách tối thiểu giữa các bề mặt,  $D_{RC}$ , và tham số lập trình được khác,  $\Omega_C$ , được thoả mãn.  $\Omega_C$  có thể được cho là khoảng cách vật lý sao cho, nếu tham số có hai vết nứt là “gần” (nằm trong  $\Omega_C$ ) và chỉ ra cùng hướng, thì chúng có thể được cho là cùng vết nứt, do đó tạo ra nhóm bề mặt vết nứt,  $S_C$ .

Sau đó, các thông kê đối với mỗi vết nứt tính toán được với các thông tin trong  $S_C$ . Tức là, theo một phương án, khoảng cách Oclit từ mỗi đỉnh trong  $S_C$  đến  $S_{\mu, \min}$  có thể xác định độ sâu vết nứt trung bình,  $D_{CAVG}$ . Độ sâu vết nứt tối đa,  $D_{CMAX}$ , và vị trí vết nứt có thể được xác định theo phương án khác bởi khoảng cách Oclit tối đa từ mỗi đỉnh trong  $S_C$  đến  $S_{\mu, \min}$ . Cuối cùng, việc khớp đường khớp tốt nhất, bình phương nhỏ nhất qua tất cả các đỉnh trong một vết nứt có thể được sử dụng để xác định hướng của vết nứt, mà sẽ tương ứng với hướng của đường khớp tốt nhất.

Cách khác để định lượng các vết nứt được phát hiện và được đo là để xác định hướng của chúng. Hướng là đặc điểm mong muốn vì cách mà các bề mặt nhất định được tạo kết cấu. Phụ thuộc vào các đặc điểm kết cấu của bề mặt đã nêu, các vết nứt hầu hết cũng xảy ra dọc theo các đường ốp gạch. Việc biết hướng chính mà, ví dụ, vật liệu chịu lửa có thể đã được bố trí, hướng có thể tìm kiếm và mô tả đặc điểm vết nứt mà hầu như được căn thẳng hàng với hướng chính đó phụ thuộc vào ứng dụng cụ thể. Chuyên gia có kỹ năng trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá cao rằng các thiết bị, hệ thống, phương pháp và quy trình được bộc lộ trong sáng chế là thông thường. Do đó, có thể tìm kiếm hướng nhất định hoặc các mặt được nhóm với nhau dọc theo hướng này. Ngoài ra, lợi ích theo kinh nghiệm trong quá trình làm việc với các loại bề mặt nhất định và các vật liệu chịu lửa của chúng, hướng lập trình được tốt nhất có thể phát hiện được nhờ kinh nghiệm, cách mà gạch được ốp nằm, hướng được chọn là chức năng của các loại gạch và/hoặc loại vết nứt được mong đợi trong ứng dụng đã nêu, chỉ đưa ra làm một vài ví dụ.

Ví dụ, nếu các vết nứt thẳng đứng chưa biết lý do phổ biến trong ứng dụng đã nêu, các vết nứt nằm trong, ví dụ,  $\pm 30^\circ$  trục thẳng đứng (ví dụ, trục Z) có tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình hoặc  $R_{L/W}$ , lớn hơn trị số giới hạn lập trình được tối thiểu hoặc  $R_{L/W,MIN}$ , có thể được tìm kiếm trong dữ liệu được nén. Tương tự, nếu các vết nứt nằm ngang chưa biết lý do phổ biến trong ứng dụng khác, các vết nứt nằm trong, ví dụ,  $\pm 30^\circ$  của mặt phẳng nằm ngang (ví dụ, mặt phẳng XY) có tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình,  $R_{L/W}$ , lớn hơn trị số giới hạn lập trình được tối thiểu hoặc  $R_{L/W,MIN}$ , thì có thể được nhận dạng trong dữ liệu được nén.

Đối với mỗi  $S_{RC,I}$  trong  $S_{RC}$ , xác định chiều dài, hướng, độ sâu tối đa, chiều rộng trung bình, chiều rộng tối đa và vị trí thứ nhất bằng cách nối với các bề mặt phụ  $S_{RC,J}$  khác để tạo ra tập hợp bề mặt phụ được cố kết mới  $S_{C,I}$ .  $S_{RC,I}$  sẽ có cùng hướng như  $S_{RC,J}$ .  $S_{RC,I}$  sẽ nằm trong khoảng cách tối đa  $\Omega_C$ , từ  $S_{RC,J}$ . Và, cuối cùng,  $S_{RC,IJ}$  sẽ có tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình lớn hơn so với  $S_{RC,I}$  và  $S_{RC,J}$ , nghĩa là,  $R_{L/W,J} > R_{L/W,I}$ . Đối với mỗi mặt trong  $S_C$ , tính toán độ sâu của vết nứt. Độ sâu của vết nứt được xác định là khoảng cách Oclit tối đa giữa mỗi đỉnh trong  $S_{C,I}$  và  $S_{\mu,min}$ . Để cải thiện các thuật toán tính toán độ sâu chính xác nằm trong phạm vi của đối tượng của sáng chế tùy ý có thể chỉ khớp lại  $S_{HR}$  trong vùng được xác định bởi  $S_{C,I}$  để tạo ra bề mặt khớp có độ phân giải lớn hơn bề mặt được dùng thứ nhất.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá cao rằng  $S_{RC,1}$  là nhóm phụ mà thoả mãn các tiêu chuẩn lọc đã nêu, nhưng chúng có thể không được nối với các nhóm phụ khác một cách trực tiếp-chúng tiếp xúc thực với nhau. Do đó, có thể phát hiện vết nứt hoặc có thể là khối vật liệu đang xử lý mà có thể có vết nứt được làm đầy trong phần nhỏ của nó. Do đó, các bước xử lý sau cùng chỉ được mô tả là phần đánh giá tiêu chuẩn gần đúng mà sẽ được thiết lập để nhóm các nhóm phụ thành các siêu nhóm phụ. Nếu chúng đủ gần và gần bằng theo cùng hướng thì chúng là cùng vết nứt. Do đó,  $\Omega_C$  cho phép làm đầy vật liệu và sau đó thứ nhất nhóm, quy trình được đề xuất sẽ kiểm tra lại dựa vào tất cả các vết nứt mà đã thoả mãn tất cả các điều kiện. Trong phần giải thích đã nêu,  $i$  dùng cho tất cả các nhóm mà đã thoả mãn các tiêu chuẩn đã nêu và  $j$  dùng cho tất cả các nhóm. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá cao rằng  $i$  có thể không bằng  $j$  vì, nếu thế, điều kiện đã nêu sẽ được thoả mãn bởi lúc nào-rõ ràng là kết quả không mong muốn.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này cần phải biết rằng, tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình là biến số mong muốn để xem xét và sẽ được chọn phụ thuộc vào loại ứng dụng được thử nghiệm và các đặc điểm thuộc loại vết nứt bất kỳ đang được tìm kiếm. Một khi trị số đối với biến số này được xác định và dữ liệu được lọc, tất cả các ứng viên có thể có mà khớp các tiêu chuẩn được thiết lập sẽ thu được và người dùng có thể, ví dụ, khớp đường khớp tốt nhất qua tất cả các mặt này-đặt có hiệu quả hộp giới hạn quanh các mặt được chọn. Đối với tập hợp này, nếu nhóm mặt có tỷ lệ chiều dài với chiều rộng gần bằng 1, thì nó là miệng lõm và không phải vết nứt. Thông thường, vết nứt sẽ được đặc trưng bởi kích thước theo chiều dọc tương đối với kích thước theo chiều ngang. Do đó, bằng cách có khả năng xác định tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình, các sản phẩm, quy trình và hệ thống theo sáng chế sẽ có độ linh hoạt xây dựng. Thông thường, tỷ lệ bằng khoảng 4 có thể được xác định, nhưng sẽ phụ thuộc vào loại ứng dụng và các biến số khác đã biết đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Ví dụ, các vết nứt trong gầu rót có thể có tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình mà có thể lớn hơn 4. Trong ứng dụng khác, người dùng có thể muốn tìm kiếm các vết nứt rất lớn, thậm chí đôi khi là miệng lõm, tương tự vị trí mà ở đó gạch đã được loại bỏ-tổng thể là lớn. Do đó, một trong số các dấu hiệu có lợi của các sản phẩm, quy trình và hệ thống theo sáng chế là tính linh hoạt trong việc thiết lập tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình như chức năng đang được tìm kiếm hoặc ứng dụng tiện lợi.



Các vùng có màu đen hơn được nhận dạng là 50 trên Fig.9 minh hoạ các vết nứt trong đồ chứa được thể hiện trên Fig.4. Các vết nứt này đã được phát hiện và được mô tả đặc điểm là kết quả của các quy trình nêu trên và/hoặc các tính toán được thực hiện trên đám mây điểm dữ liệu được minh hoạ trên hình vẽ này. Bảng trên Fig.10 minh hoạ các trị số, đối với mỗi vết nứt được phát hiện, của hướng vết nứt, độ sâu tối đa, vị trí trong tọa độ trục (bán kính (R), góc ( $\theta$ ), và khoảng cách theo chiều dài (Z)), chiều dài vết nứt, chiều rộng trung bình và chiều rộng tối đa.

Các phương pháp và quy trình được tạo kết cấu để phát hiện/nhận dạng, đo và mô tả đặc điểm các vết nứt trong lớp lót của bể hoặc đồ chứa cũng nằm trong phạm vi của đối tượng của sáng chế. Fig.11 minh hoạ lưu đồ của phương pháp hoặc quy trình 100 của phương án làm ví dụ theo sáng chế. Như được thể hiện, ở 110, các phương pháp như vậy bao gồm việc khớp mặt lưới hình đa giác qua đám mây điểm dữ liệu, mặt lưới hình đa giác có độ phân giải được xác định bởi người dùng, đám mây điểm dữ liệu được gom bởi dụng cụ quét bằng cách đo khoảng cách từ dụng cụ quét đến các điểm trên bề mặt của vật liệu lót của đồ chứa. Ở 120, khớp bề mặt tối thiểu qua đám mây điểm dữ liệu bằng cách sử dụng bộ điều khiển. Và, ở 130, nhận dạng/phát hiện vết nứt bởi một phần mặt lưới hình đa giác chứa nhóm hình đa giác kéo dài qua bề mặt tối thiểu quá khoảng cách giới hạn được chọn bởi người dùng và đo các kích thước của nhóm hình đa giác.

Một hoặc nhiều bước của phương pháp bao gồm đối tượng của sáng chế có thể được thực hiện trong hệ thống tính toán được tạo cấu hình riêng để phát hiện/nhận dạng, đo và mô tả đặc điểm các vết nứt trong lớp lót chịu lửa của bể luyện kim hoặc đồ chứa như được giải thích trên đây. Một ví dụ về hệ thống tính toán đại diện có khả năng thực hiện quá trình vận hành theo các phương án làm ví dụ được minh hoạ trên Fig.12. Phần cứng, vi chương trình, phần mềm hoặc tổ hợp của chúng có thể được sử dụng để thực hiện các bước khác nhau và quá trình vận hành được mô tả trong bản mô tả này.

Hệ thống tính toán làm ví dụ 900 thích hợp để thực hiện các hoạt động được mô tả trong các phương án làm ví dụ có thể bao gồm máy chủ 901. Máy chủ 901 này có thể bao gồm bộ xử lý trung tâm (central processor-CPU) 902 được ghép nối với bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory-RAM) 904 và với bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory-ROM) 906. ROM 906 cũng có thể thuộc loại vật ghi lưu trữ khác để lưu trữ chương trình, như ROM có thể đọc (programmable ROM-PROM), PROM có thể xóa

(erasable PROM-EPROM), v.v. Bộ xử lý 902 có thể truyền thông với các thành phần trong và ngoài khác qua mạch đầu vào/đầu ra (input/output-I/O) 908 và bus 910 để cung cấp tính hiệu điều khiển và tương tự. CPU 902 thực hiện các chức năng như đã biết trong lĩnh vực này, như được lệnh bởi các chỉ dẫn phần mềm và/hoặc vi chương trình.

Máy chủ 901 cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị lưu trữ dữ liệu, bao gồm ổ đĩa 912, ổ CD-ROM 914, và phần cứng khác có khả năng đọc và/hoặc lưu trữ thông tin như DVD, v.v. Theo một phương án, phần mềm thực hiện các bước được mô tả trên đây có thể được lưu trữ và được phân phối trên CD-ROM 916, thiết bị nhớ tháo rời 918 hoặc dạng vật ghi khác có khả năng lưu trữ thông tin. Vật ghi lưu trữ này có thể được lồng vào trong và được đọc bởi, các thiết bị như ổ CD-ROM 914, ổ đĩa 912, v.v. Máy chủ 901 có thể được ghép nối với màn hình hiển thị 920, mà có thể là dạng màn hình hiển thị đã biết bất kỳ hoặc màn hình trình diễn, như màn hình hiển thị LCD, màn hình hiển thị LED, màn hình plasma, ống tia catốt (cathode ray tube-CRT), v.v. Giao diện đầu vào người dùng 922 được bố trí, bao gồm một hoặc nhiều cơ chế giao diện người dùng như chuột, bàn phím, micrô, đệm cảm ứng, màn hình cảm ứng, hệ thống nhận biết giọng nói, v.v.

Máy chủ 901 có thể được ghép nối với các thiết bị tính toán khác, như các thiết bị đầu cuối có đường dây đất và/hoặc không dây qua mạng. Máy chủ có thể là một phần của cấu hình mạng lớn hơn như trong mạng toàn cầu (global area network-GAN) như Internet 928, mà cho phép kết nối cuối cùng với các thiết bị khách có đường dây đất và/hoặc di động khác nhau.

Các phương án làm ví dụ theo sáng chế đề xuất các thiết bị, phương pháp và hệ thống để phát hiện/nhận dạng, đo và mô tả đặc điểm các vết nứt trong lớp lót của bề luyện kim hoặc đồ chứa cũng như người dùng khác nêu trên và được đánh giá cao bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sau khi xem xét đối tượng của sáng chế. Cần phải hiểu rằng phần mô tả này không được dự định làm giới hạn phạm vi của sáng chế. Trái lại, các phương án làm ví dụ được dự định bao gồm các thay đổi, sửa đổi và tương đương, mà có trong ý tưởng và phạm vi bảo hộ của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Hơn nữa, trong phần mô tả chi tiết của các phương án làm ví dụ, phần mô tả chi tiết riêng theo số được đưa ra để hiểu toàn diện sáng chế. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này cần phải hiểu rằng các

phương án khác nhau có thể được thực hiện mà không cần phải có phần mô tả chi tiết riêng như vậy.

Mặc dù các dấu hiệu kỹ thuật và các yếu tố của các phương án làm ví dụ được mô tả theo các phương án trong các tổ hợp cụ thể, mỗi dấu hiệu hoặc yếu tố có thể được sử dụng riêng mà không cần phải có các dấu hiệu và các yếu tố khác của các phương án hoặc trong các tổ hợp khác nhau có hoặc không cần phải có các dấu hiệu và các yếu tố khác được bộc lộ trong bản mô tả này.

Phần mô tả này sử dụng các ví dụ về đối tượng của sáng chế để cho phép chuyên gia bất kỳ trong lĩnh vực này thực hiện nó, bao gồm việc tạo ra và sử dụng các thiết bị hoặc hệ thống bất kỳ và thực hiện các phương pháp được hợp nhất bất kỳ. Phạm vi bảo hộ của đối tượng được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ và có thể bao gồm các ví dụ khác mà xuất hiện đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Các ví dụ khác được dự định nằm trong phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ.

Mặc dù sáng chế theo các phương án về đối tượng được mô tả trong bản mô tả này đã được thể hiện trên các hình vẽ và được mô tả đặc biệt đầy đủ trên đây và phần mô tả chi tiết kết hợp với vài phương án làm ví dụ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này cần phải biết rằng có thể có các sửa đổi, thay đổi và bỏ qua mà chủ yếu không chệch khỏi phạm vi nêu trong bản mô tả này và các ưu điểm của đối tượng được kể đến trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, phạm vi bảo hộ của sáng chế chỉ sẽ được xác định bởi phần giải thích rộng nhất của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo để bao gồm tất cả các sửa đổi, thay đổi và bỏ qua như vậy. Ngoài ra, thứ tự và trình tự của các bước của quy trình hoặc phương pháp bất kỳ có thể được thay đổi hoặc tạo trình tự lại theo các phương án thay thế. Cuối cùng, trong các điểm yêu cầu bảo hộ, mệnh đề phương tiện cộng với chức năng bất kỳ được dự định bao gồm các kết cấu được mô tả trong bản mô tả này khi thực hiện chức năng đã nêu và không chỉ các tương đương cấu trúc, mà còn bao gồm cả các kết cấu tương đương.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị được tạo kết cấu để phát hiện và đo vết nứt trên bề mặt lớp lót của đồ chứa, trong đó thiết bị này bao gồm:

dụng cụ quét có bộ phát tia la-ze, kính dùng cho mắt, máy quét, bộ tách sóng quang, và bộ thu điện tử, dụng cụ quét được tạo cấu hình để tạo ra đám mây điểm dữ liệu bằng cách đo các khoảng cách từ dụng cụ quét này đến các điểm trên bề mặt lớp lót của đồ chứa; và

bộ điều khiển nối với dụng cụ quét, bộ điều khiển này được tạo cấu hình để khớp mặt lưới hình đa giác qua đám mây điểm dữ liệu bằng cách sử dụng độ phân giải được chọn bởi người dùng và để khớp bề mặt tối thiểu qua đám mây điểm dữ liệu, trong đó vết nứt được phát hiện bởi một phần mặt lưới hình đa giác chứa nhóm hình đa giác kéo dài qua bề mặt tối thiểu vượt quá khoảng cách giới hạn được chọn bởi người dùng và vết nứt được đo bằng cách tính toán các kích thước của nhóm hình đa giác.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển còn được tạo cấu hình để loại bỏ các khoảng lệch thống kê ra khỏi đám mây điểm dữ liệu trước khi khớp mặt lưới hình đa giác và bề mặt tối thiểu.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó mặt lưới hình đa giác thu được bởi khớp tốt nhất có bình phương nhỏ nhất của đám mây điểm dữ liệu và bề mặt tối thiểu thứ nhất là độ lệch chuẩn âm tính của khớp tốt nhất có bình phương nhỏ nhất.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bề mặt tối thiểu tính toán được bằng cách tính toán khoảng cách bình thường từ mỗi mặt của mặt lưới hình đa giác đến mỗi điểm trong đám mây điểm dữ liệu và xác định khoảng cách bình thường trung bình và độ lệch chuẩn của khoảng cách bình thường tính toán được, trong đó đối với mỗi mặt trong bề mặt hình đa giác được khớp và đối với mỗi điểm trong đám mây điểm đầu vào, bề mặt tối thiểu tính toán được bởi các sản phẩm vô hướng giữa các vectơ đơn vị vuông góc với các mặt tương ứng và trị số trung bình bình thường tính toán được.

5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó khoảng cách giới hạn là chức năng áp dụng công nghiệp của đồ chứa và/hoặc kích thước của vết nứt.

6. Thiết bị theo điểm 1, trong đó kích thước vết nứt trung bình được xác định bằng cách tính trị số trung bình các khoảng cách từ mỗi mặt của mỗi hình đa giác trong nhóm hình

đa giác kết nối và độ sâu tối đa của vết nứt tính toán được bằng cách xác định khoảng cách tối đa từ các khoảng cách của mỗi đỉnh hình đa giác trong nhóm hình đa giác kết nối đến bề mặt tối thiểu.

7. Thiết bị theo điểm 1, trong đó độ phân giải của dụng cụ quét nhỏ hơn hoặc bằng một nửa kích thước đặc trưng của vết nứt đang được đo.

8. Thiết bị theo điểm 1, trong đó các kích thước bao gồm hướng của vết nứt tương đối với đồ chứa.

9. Thiết bị theo điểm 8, trong đó khoảng góc đối với hướng được xác định và chỉ có các vết nứt có tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình lớn hơn trị số giới hạn tối thiểu được nhận dạng.

10. Phương pháp phát hiện và đo vết nứt trên bề mặt lớp lót của đồ chứa, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

khớp mắt lưới hình đa giác qua đám mây điểm dữ liệu, mắt lưới hình đa giác này có độ phân giải được xác định bởi người dùng và đám mây điểm dữ liệu được gom bởi dụng cụ quét này bằng cách đo khoảng cách từ dụng cụ quét đến các điểm trên bề mặt của vật liệu lót của đồ chứa; và

khớp bề mặt tối thiểu qua đám mây điểm dữ liệu, trong đó vết nứt được phát hiện bởi một phần mắt lưới hình đa giác chứa nhóm hình đa giác kéo dài qua bề mặt tối thiểu vượt quá khoảng cách giới hạn được chọn bởi người dùng và vết nứt được đo bằng cách tính toán các kích thước của nhóm hình đa giác này.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

lọc các khoảng lệch thống kê ra khỏi đám mây điểm dữ liệu trước khi khớp bề mặt hình đa giác và khớp bề mặt tối thiểu.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bước khớp mắt lưới hình đa giác còn bao gồm việc:

khớp khớp tốt nhất có bình phương nhỏ nhất của đám mây điểm dữ liệu và khớp bề mặt tối thiểu bao gồm việc tính toán độ lệch chuẩn âm tính thứ nhất của khớp tốt nhất có bình phương nhỏ nhất của đám mây điểm dữ liệu.

13. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bước khớp bề mặt tối thiểu còn bao gồm các việc:

tính toán khoảng cách bình thường từ mỗi mặt của mặt lưới hình đa giác đến mỗi điểm trong đám mây điểm dữ liệu; và

xác định khoảng cách bình thường trung bình và độ lệch chuẩn của khoảng cách bình thường tính toán được, trong đó đối với mỗi mặt trong bề mặt hình đa giác được khớp và đối với mỗi điểm trong đám mây điểm đầu vào, bề mặt tối thiểu tính toán được theo các sản phẩm vô hướng giữa các vector đơn vị vuông góc với các mặt tương ứng và trị số trung bình bình thường tính toán được.

14. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

tính toán kích thước vết nứt trung bình bằng cách tính trị số trung bình của các khoảng cách từ mỗi mặt của hình đa giác trong nhóm hình đa giác kết nối đến bề mặt tối thiểu; và

tính toán độ sâu tối đa của vết nứt bằng cách xác định khoảng cách tối đa từ các khoảng cách từ mỗi đỉnh của hình đa giác trong nhóm hình đa giác kết nối đến bề mặt tối thiểu.

15. Phương pháp theo điểm 10, trong đó mặt lưới hình đa giác là mặt lưới hình tam giác.

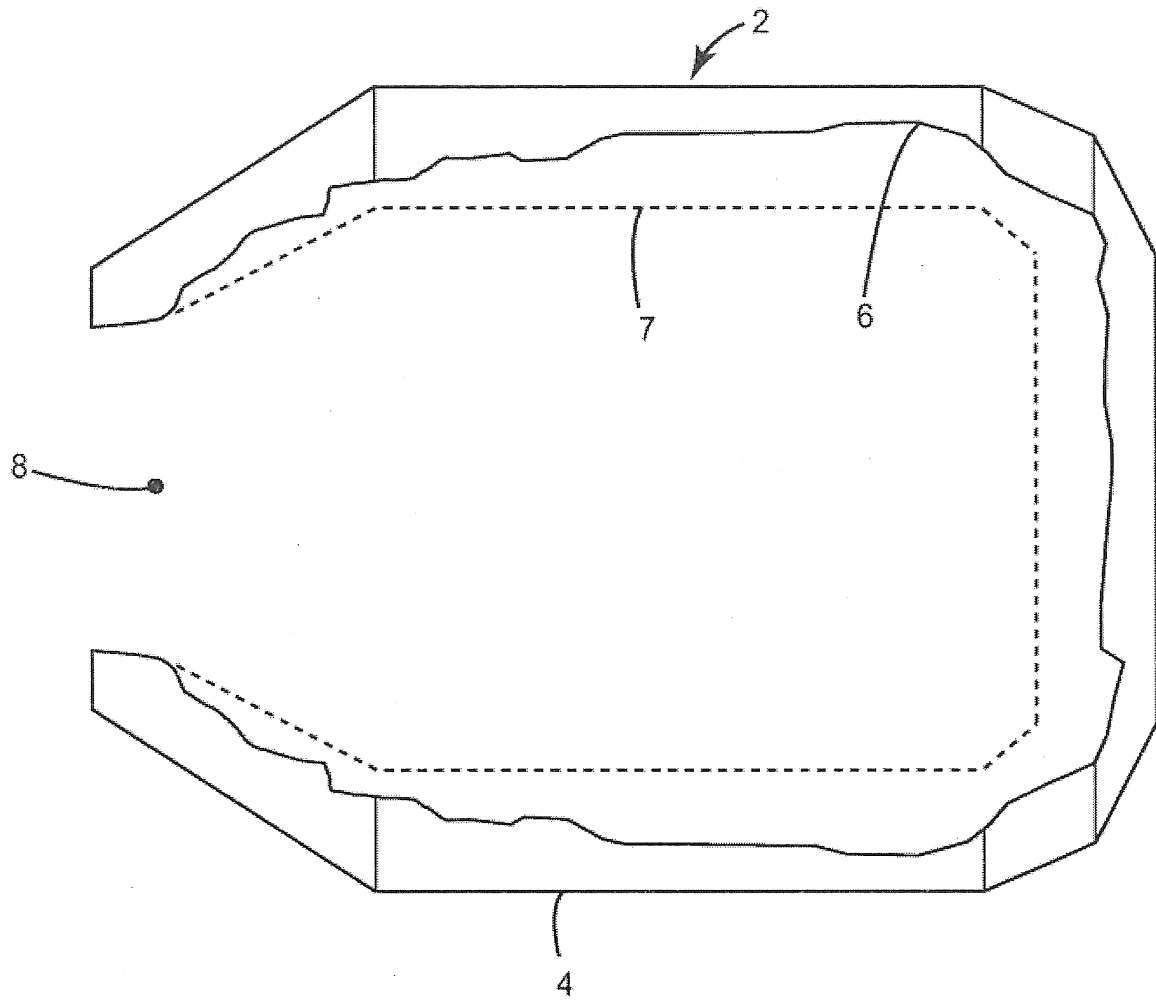
16. Phương pháp theo điểm 10, trong đó độ phân giải của dụng cụ quét nhỏ hơn hoặc bằng một nửa kích thước đặc trưng của vết nứt đang được đo.

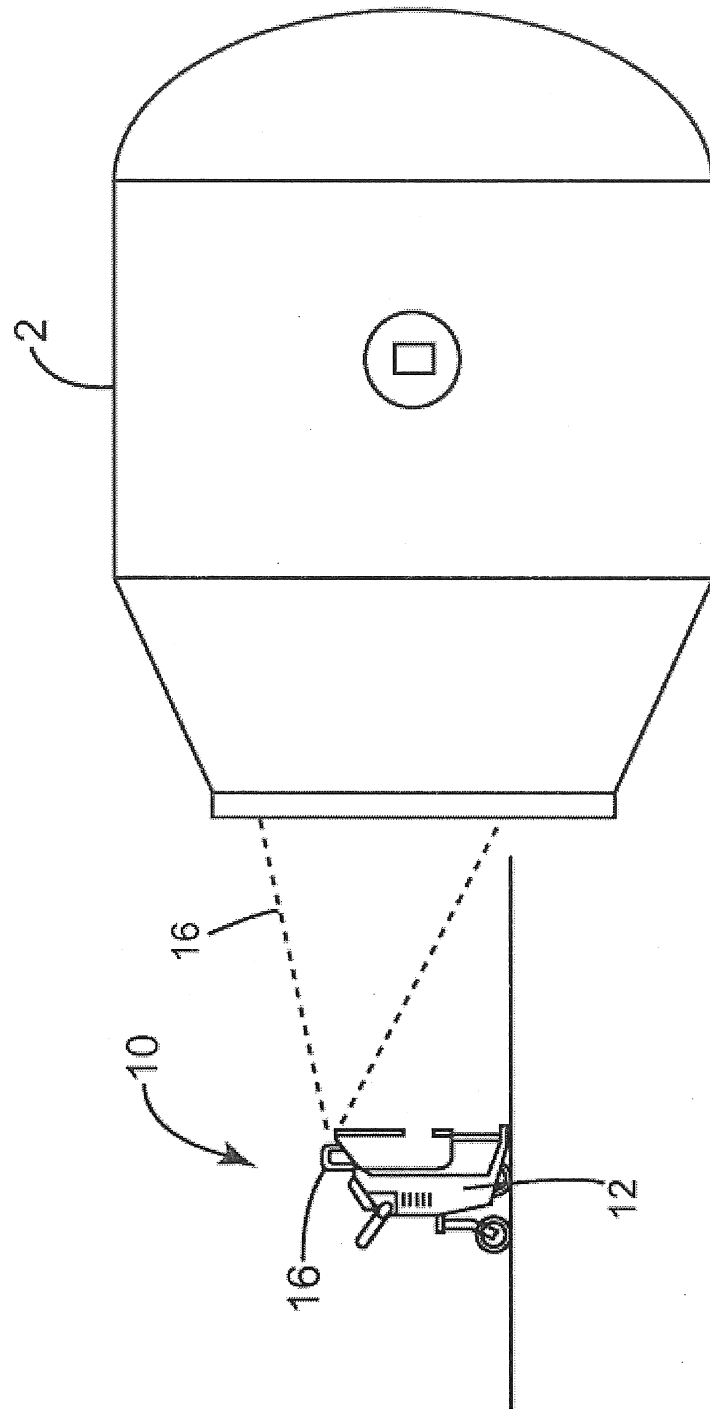
17. Phương pháp theo điểm 10, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước tách các vết nứt trong nhóm hình đa giác theo các nhóm hình đa giác có các đỉnh chung hoặc các hướng chung.

18. Phương pháp theo điểm 10, trong đó các kích thước bao gồm hướng của vết nứt tương đối với đồ chứa.

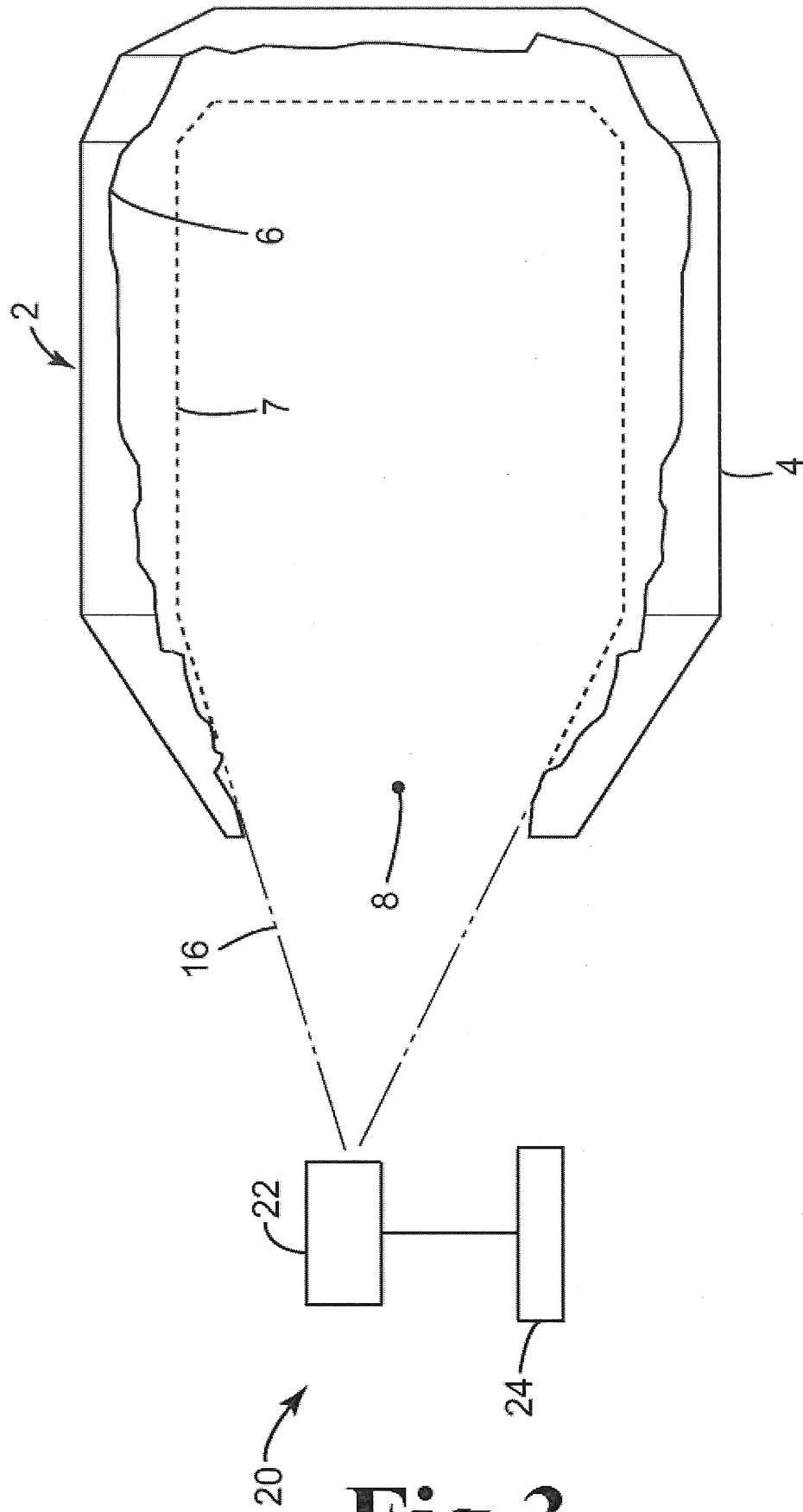
19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó khoảng góc đối với hướng được xác định và chỉ có các vết nứt có tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình lớn hơn trị số tỷ lệ chiều dài giới hạn tối thiểu với chiều rộng trung bình được nhận dạng.

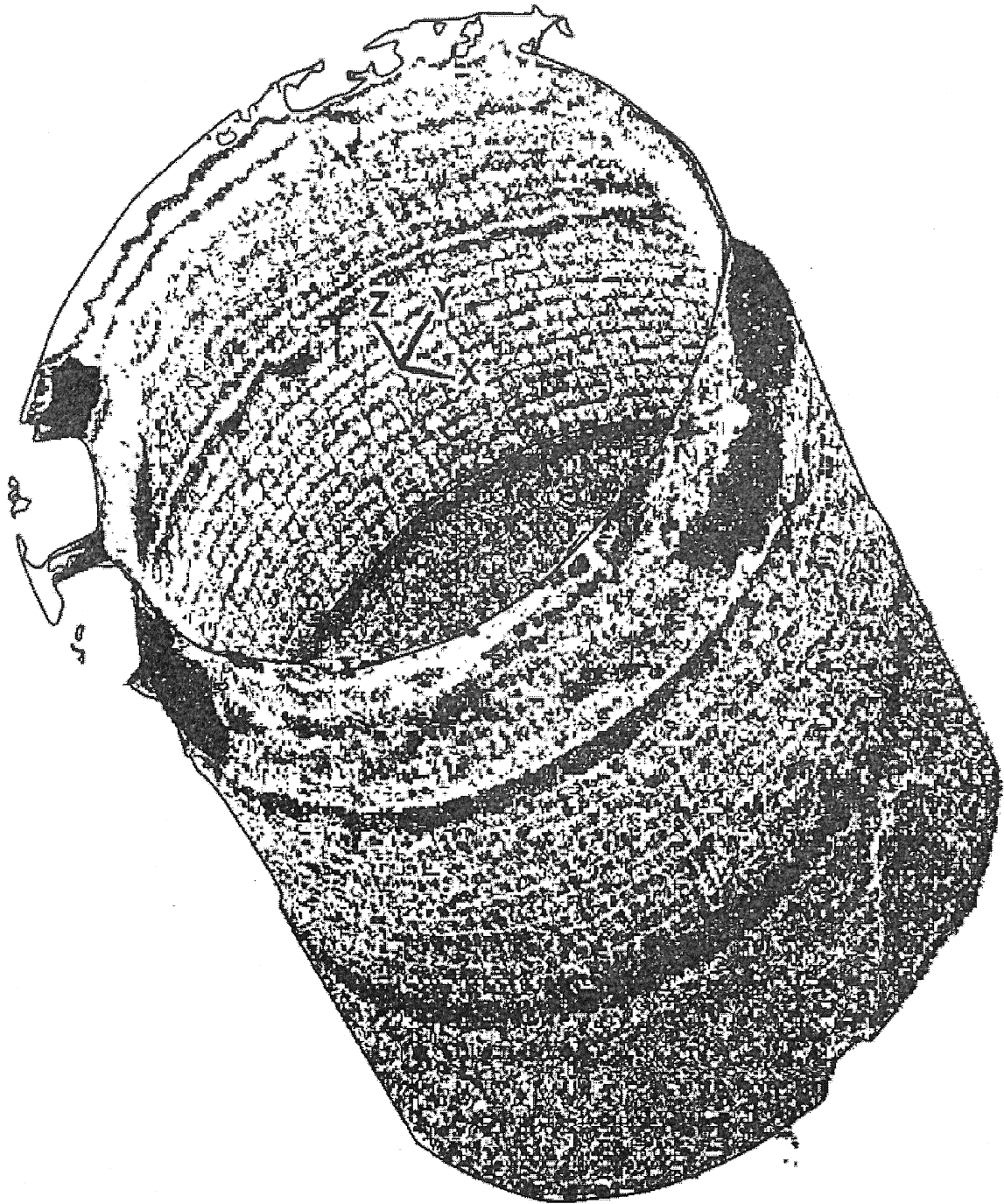
20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó tỷ lệ chiều dài với chiều rộng trung bình và trị số giới hạn tối thiểu là chức năng áp dụng công nghiệp của đồ chứa.

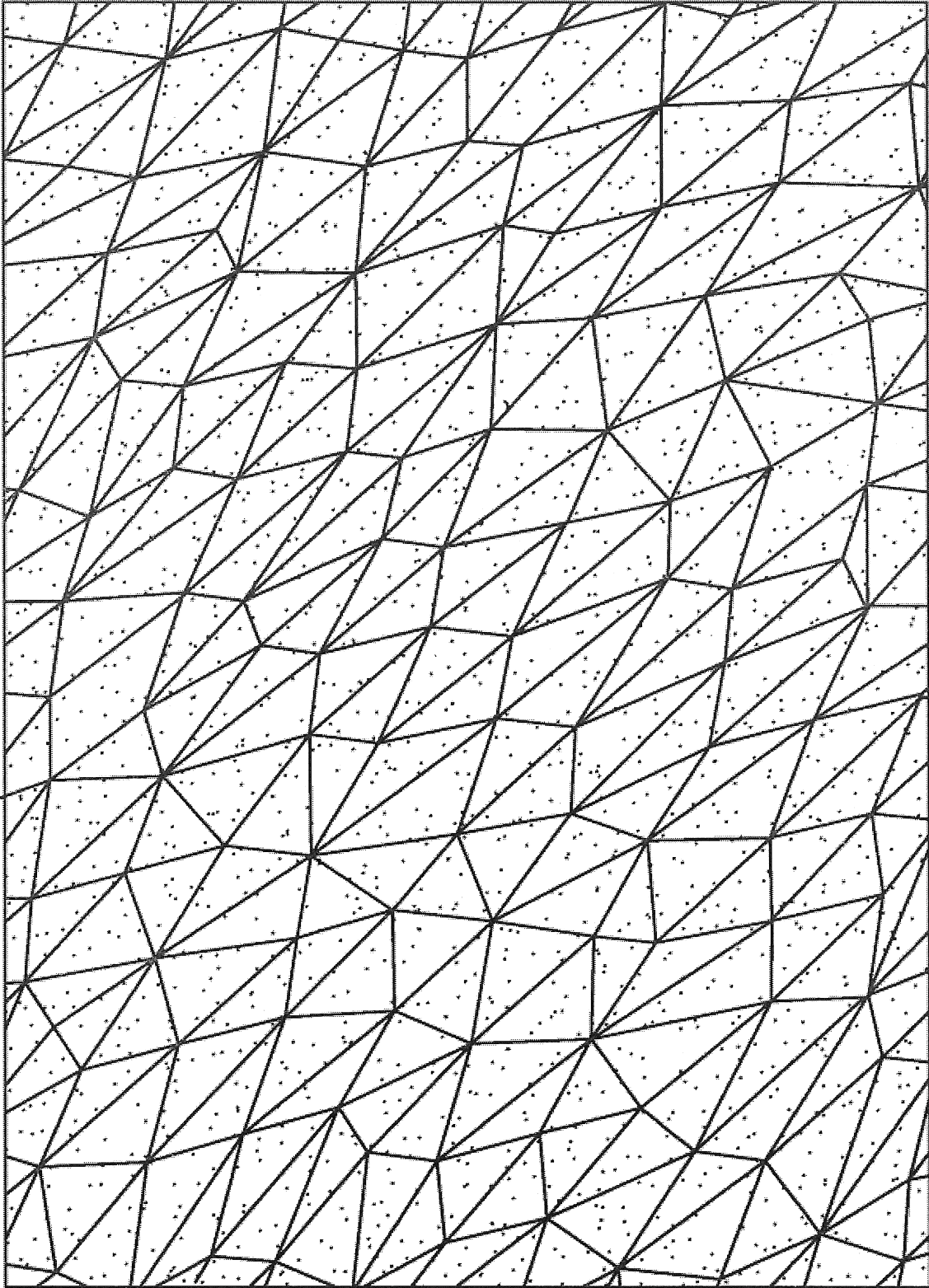
**Fig.1**

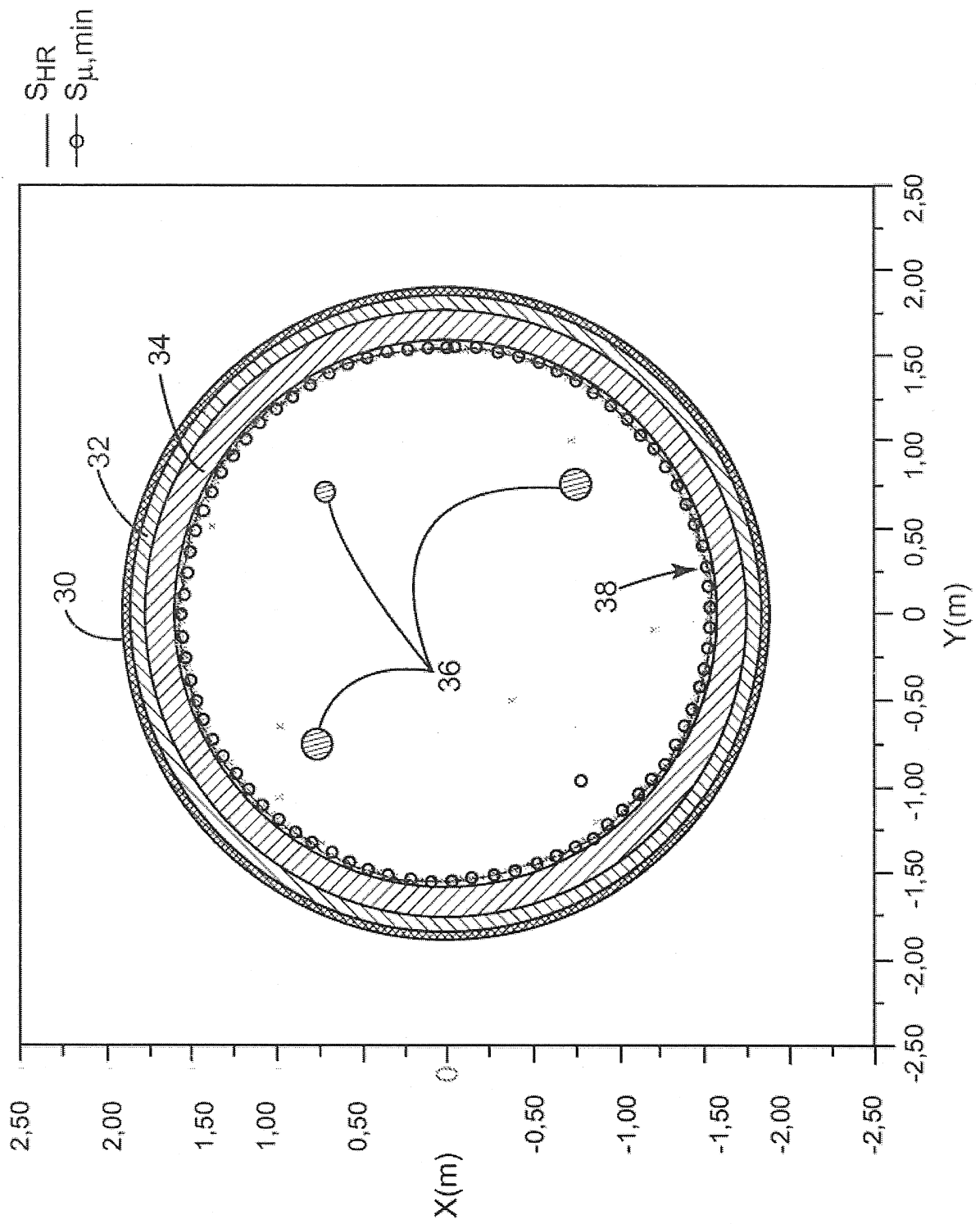
**Fig.2**

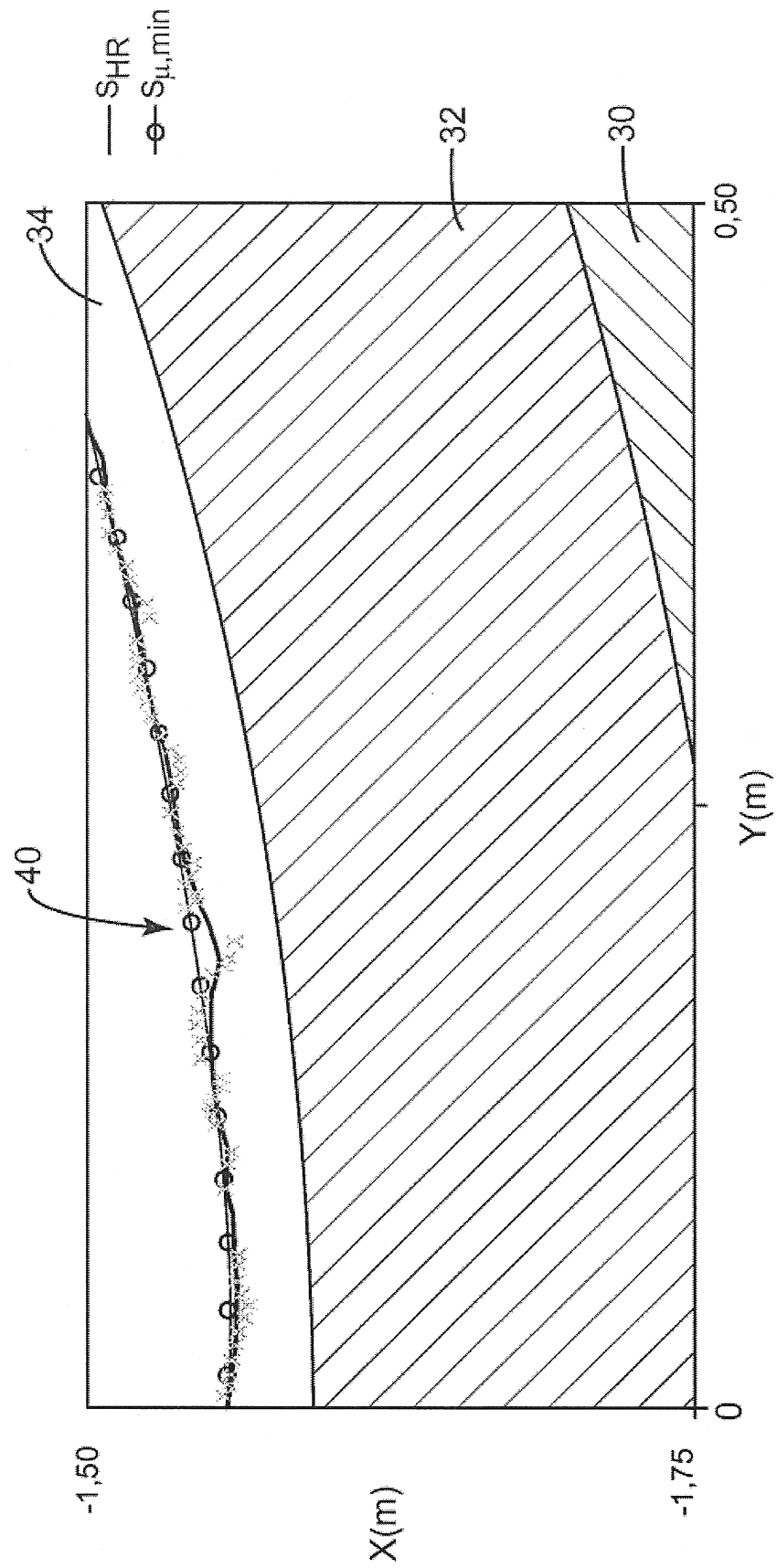


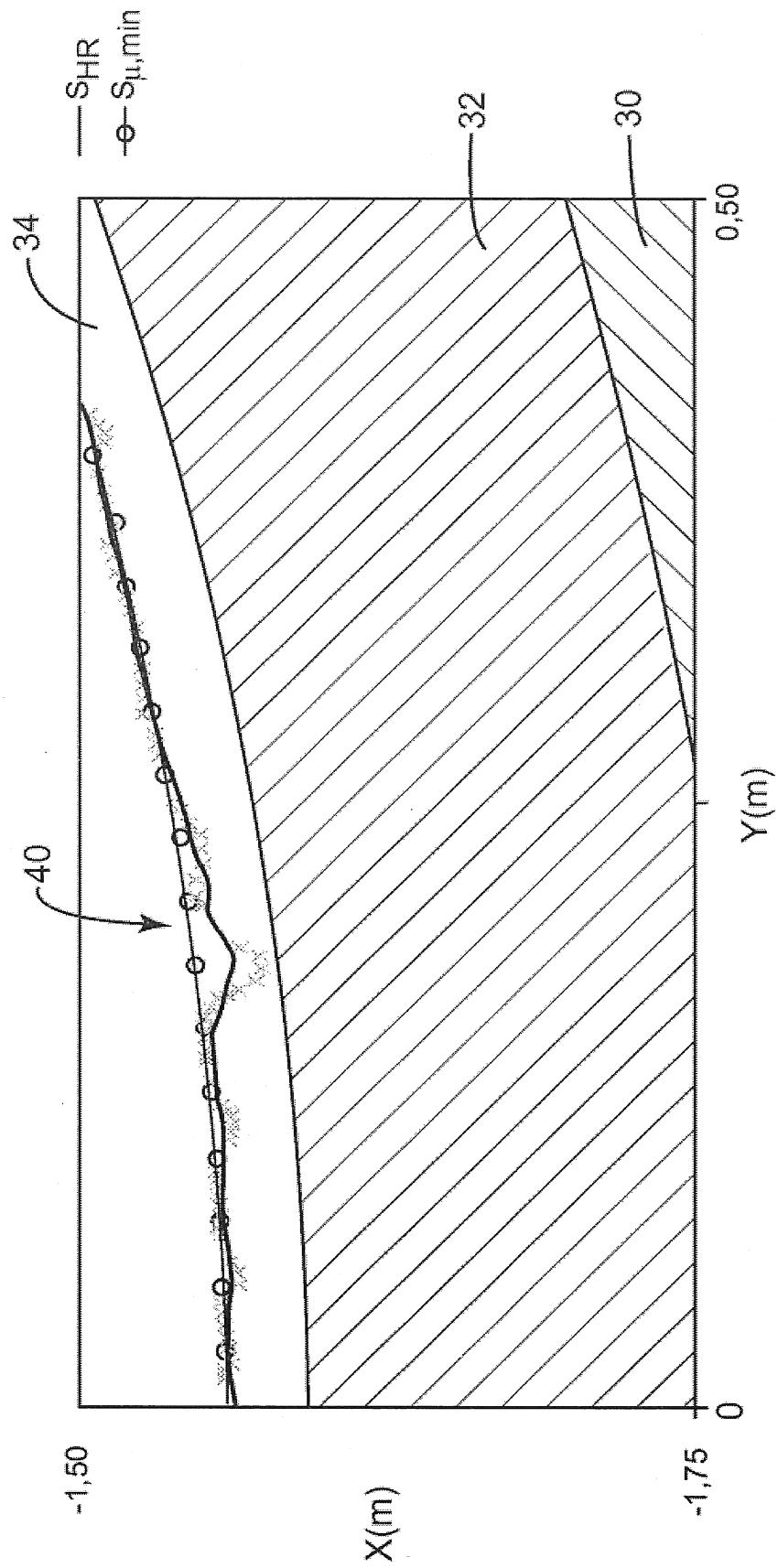
**Fig.3**

**Fig.4**

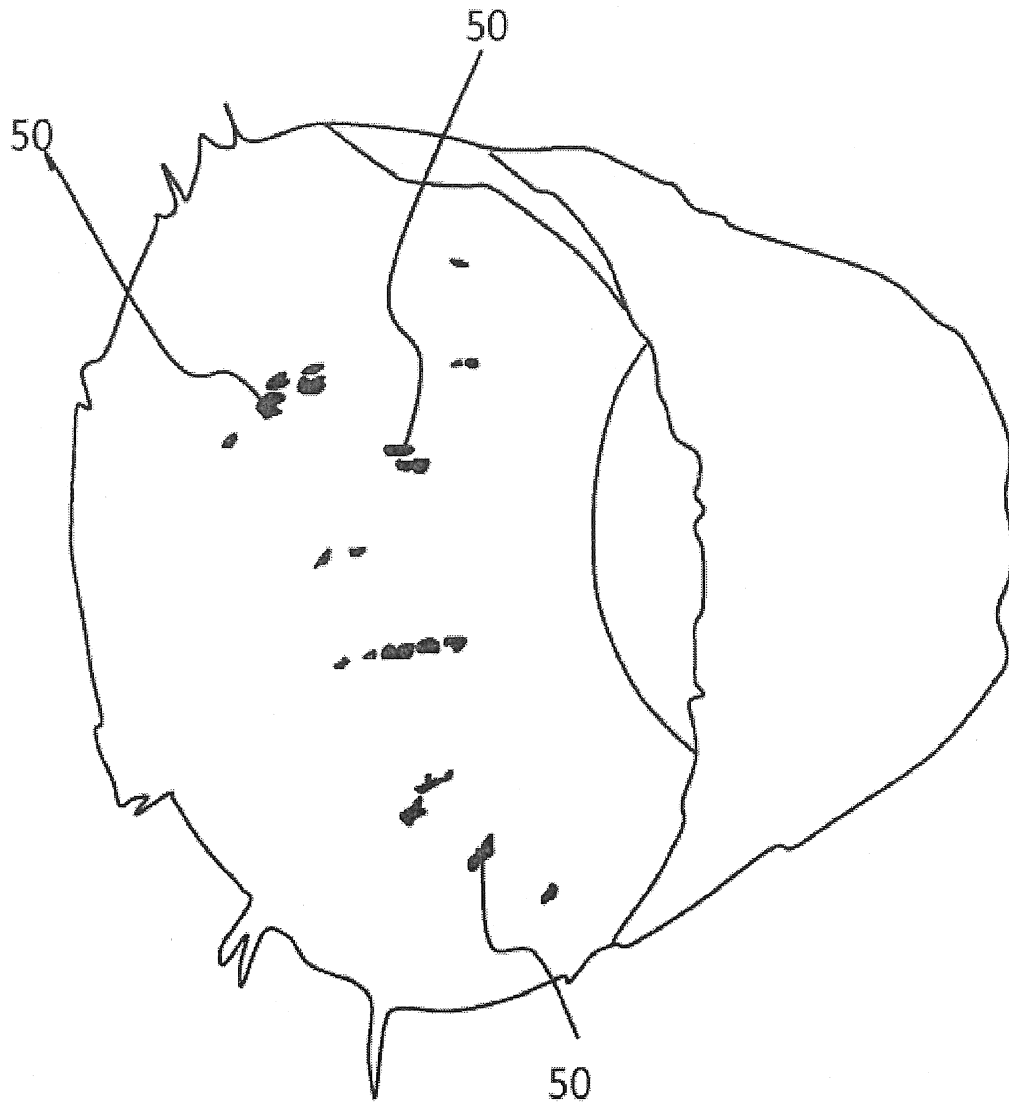
**Fig.5**

**Fig.6**

**Fig.7**



**Fig.8**

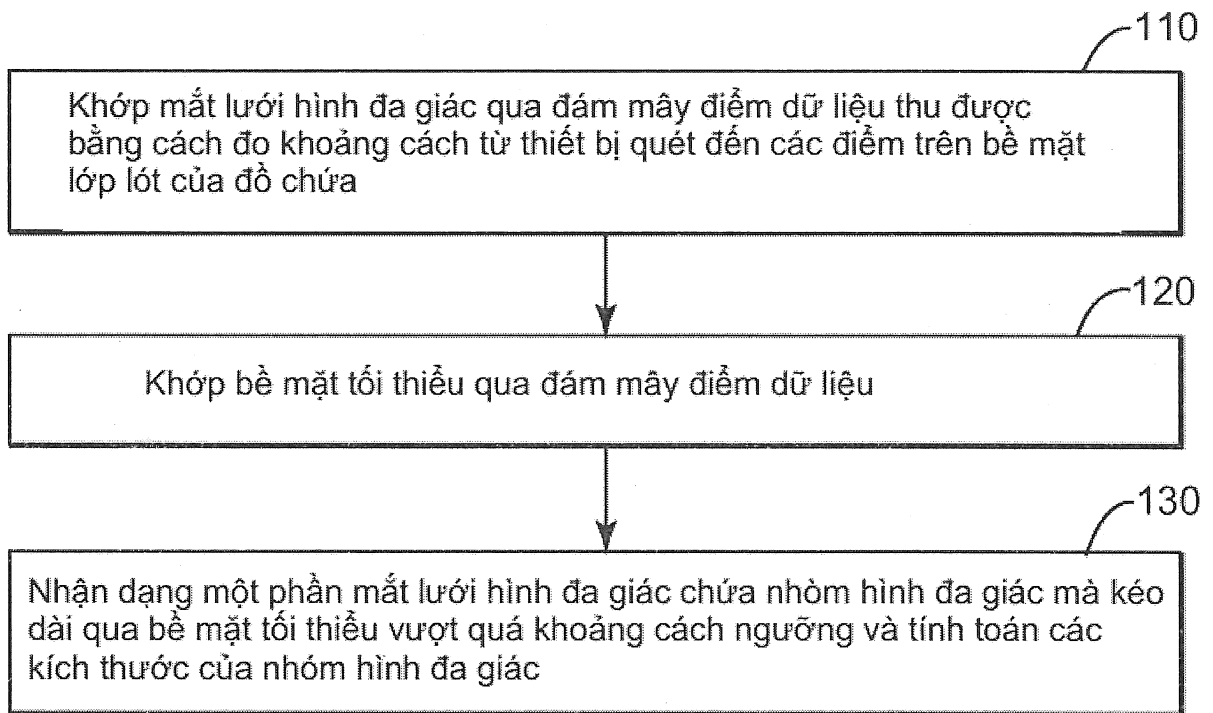


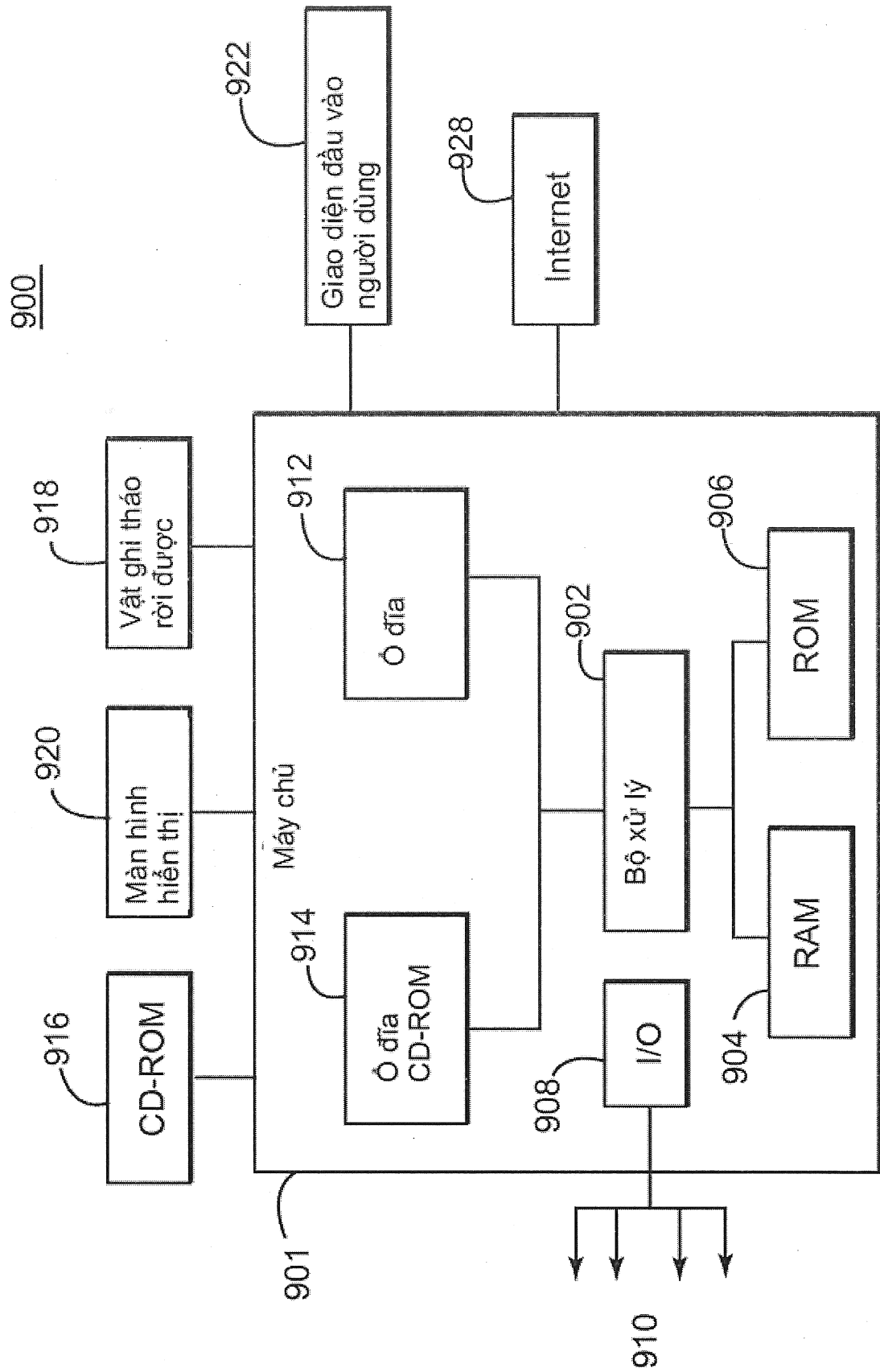
**Fig.9**

| Hướng      | Độ sâu tối đa (mm) | R(m)  | Theta(°) | Z(m)  | Chiều dài (mm) | Chiều rộng trung bình(mm) | Chiều rộng tối đa(mm) |
|------------|--------------------|-------|----------|-------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| Thẳng đứng | 35                 | 1,615 | 178,4    | 3,225 | 585            | 60                        | 153                   |
| Thẳng đứng | 27                 | 1,564 | 205,7    | 1,825 | 582            | 80                        | 244                   |
| Thẳng đứng | 26                 | 1,592 | 182,4    | 1,325 | 589            | 83                        | 248                   |
| Thẳng đứng | 26                 | 1,569 | 307,8    | 2,6   | 1439           | 70                        | 242                   |
| Thẳng đứng | 25                 | 1,572 | 174,4    | 1,775 | 561            | 60                        | 138                   |
| Thẳng đứng | 25                 | 1,56  | 297,3    | 2,025 | 476            | 41                        | 91                    |
| Thẳng đứng | 24                 | 1,571 | 311      | 1,525 | 775            | 73                        | 254                   |
| Thẳng đứng | 24                 | 1,613 | 181,6    | 3,95  | 337            | 52                        | 98                    |
| Thẳng đứng | 23                 | 1,541 | 287,7    | 1,95  | 490            | 77                        | 218                   |
| Thẳng đứng | 22                 | 1,563 | 188      | 2,325 | 353            | 49                        | 118                   |
| Thẳng đứng | 21                 | 1,546 | 34,6     | 2,225 | 265            | 35                        | 70                    |
| Thẳng đứng | 21                 | 1,578 | 105,3    | 1,575 | 803            | 43                        | 126                   |
| Thẳng đứng | 21                 | 1,538 | 188      | 0,75  | 454            | 65                        | 187                   |
| Thẳng đứng | 21                 | 1,557 | 165,5    | 0,975 | 332            | 40                        | 89                    |
| Thẳng đứng | 20                 | 1,576 | 209,7    | 4,502 | 347            | 54                        | 149                   |
| Thẳng đứng | 20                 | 1,534 | 174,4    | 0,7   | 588            | 50                        | 106                   |
| Thẳng đứng | 20                 | 1,586 | 214,6    | 1,9   | 777            | 43                        | 90                    |
| Thẳng đứng | 20                 | 1,559 | 244,3    | 2,05  | 264            | 41                        | 82                    |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,576 | 356,8    | 3,325 | 701            | 46                        | 106                   |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,576 | 40,2     | 1,675 | 694            | 45                        | 127                   |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,527 | 168,8    | 0,725 | 456            | 43                        | 105                   |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,578 | 149,5    | 2,05  | 807            | 54                        | 180                   |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,576 | 203,3    | 4,155 | 791            | 63                        | 165                   |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,596 | 167,9    | 2,825 | 399            | 45                        | 103                   |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,574 | 196,1    | 4,022 | 374            | 41                        | 86                    |
| Thẳng đứng | 19                 | 1,555 | 83,6     | 2,075 | 292            | 32                        | 62                    |
| Thẳng đứng | 18                 | 1,567 | 175,2    | 2,35  | 410            | 53                        | 122                   |
| Thẳng đứng | 18                 | 1,525 | 341,5    | 0,675 | 209            | 33                        | 73                    |
| Thẳng đứng | 18                 | 1,573 | 64,3     | 1,775 | 314            | 37                        | 79                    |
| Thẳng đứng | 18                 | 1,554 | 61,9     | 2,025 | 352            | 37                        | 92                    |
| Thẳng đứng | 17                 | 1,571 | 341,5    | 2     | 335            | 47                        | 104                   |
| Thẳng đứng | 17                 | 1,523 | 335,9    | 0,675 | 186            | 30                        | 62                    |
| Thẳng đứng | 17                 | 1,561 | 358,4    | 2,3   | 634            | 33                        | 70                    |
| Thẳng đứng | 16                 | 1,554 | 17,7     | 2     | 328            | 46                        | 124                   |
| Thẳng đứng | 16                 | 1,559 | 11,3     | 1,975 | 379            | 46                        | 134                   |
| Thẳng đứng | 16                 | 1,562 | 4        | 1,95  | 9783           | 143                       | 411                   |
| Thẳng đứng | 16                 | 1,54  | 283,7    | 2,175 | 460            | 47                        | 119                   |
| Thẳng đứng | 16                 | 1,58  | 211,3    | 3,725 | 364            | 44                        | 115                   |
| Thẳng đứng | 16                 | 1,563 | 154,3    | 3,55  | 456            | 52                        | 135                   |
| Thẳng đứng | 15                 | 1,591 | 56,3     | 0,95  | 227            | 35                        | 80                    |

Fig.10



100**Fig.11**



**Fig.12**